MÁQUINAS PARA LA LABRANZA SECUNDARIA DEL SUELO.

INTRODUCCIÓN

El procedimiento clásico y más generalizado para modificar la estructura del suelo es hacer una o más labores con arados, preparando lo que se conoce como cama de raíces o labor primaria, y una o más labores con rastras para crear la cama de semillas, o labor secundaria. La primera provoca una disminución de la densidad aparente con espacios grandes entre los agregados; la segunda aumenta la densidad, pero formado espacios pequeños con gránulos también pequeños con lo que se obtiene una buena relación suelo semilla. De esta relación entre la semilla y el medio que el suelo le proporciona dependerá ejecutar una o más labores secundarias.

Para realizar la labranza secundaria del suelo existe una gran variedad de herramienta que producen efectos de roturación y mullimiento cuya acción dependerá de su buena selección y ajustes adecuados.

Es preciso destacar que la respuesta del suelo ante la acción de las distintas herramientas es diferente, de manera que quien compra y posteriormente emplea una rastra o un rodillo, no puede guiarse por sólo una de sus características, si no que por todas las que permiten un buen desempeño en su acción, en la conservación de recurso suelo y en los menores costos de operación.

LABRANZA SECUNDARIA ANTES DE LA SIEMBRA

La labranza del suelo antes de la siembra comprende todas las operaciones de afinamiento y mullimiento de la capa superficial a profundidades de hasta 15 cm, realizadas después de arar con el principal propósito de crear la cama de semillas.

La cama de semillas deberá ser de consistencia suelta, esponjosa y friable, de manera que el 50% de su volumen esté constituido por materias térreas, un 25% por espacios

huecos capaces de permitir la circulación del aire, y un 25 % de conductos capilares aptos para la circulación del agua. Un suelo con una buena cama de semillas presenta una fragmentación que permite a las raíces que se extiendan fácilmente en cualquier sentido, por cuanto el aire y la humedad se encuentran uniformemente repartidos y en equilibrio en todo el horizonte. Cuando la cama de raíces es inadecuada, la estructura densa de las partículas impide a las raíces crecer o las obliga a doblarse restringiendo su desarrollo.

El mullimiento y profundidad de la labor tiene importancia en relación con el tamaño de las semillas, de tal manera que se produzca el buen contacto de éstas con los pequeños agregados para lograr una germinación rápida y uniforme. El tamaño ideal de los agregados oscila entre los 2 a 5 mm. siendo estos algo mayores en suelos húmedos y menores en suelos secos. Si las partículas resultan muy finas sellan los poros no permitiendo la circulación del aire y el agua.

Cuanto más pequeñas sean las semillas se deben sembrar a menor profundidad, y por lo tanto más fina deberá ser la superficie. En este caso están las semillas de hortalizas, forrajeras, remolacha y tabaco. Cada cultivo presenta requerimientos diferentes de aradura y afinamiento de la superficie. Cultivos como la papa y la remolacha son muy exigentes en profundidad, pero difieren en el mullimiento superficial. En papas los gránulos pueden ser grandes, pero en remolacha la superficie debe ser fina, firme y bien nivelada para lograr una buena relación suelo semilla.



Figura 1. Cama de raíces y de semillas.

Con las operaciones de labranza secundaria, se produce un aumento de la densidad aparente. Por lo tanto, el suelo presenta una ligera compactación, pero el tamaño y separación de los agregados permitirá que las raíces se desarrollen en profundidad sin que encuentren terrones grandes ni bolsones de aire que impiden su desarrollo.(Figura 1)

HERRAMIENTAS QUE ROTURAN E INVIERTEN EL PERFIL

La acción que realizan estas herramientas es roturar e invertir el suelo mediante un conjunto de discos dispuestos en un eje común y que giran solidariamente al avanzar en forma inclinada respecto de la dirección de avance. Su nombre más conocido es rastras de discos.

Rastras de discos

Con las rastras de discos es posible romper terrones con una ligera inversión y mezcla del perfil dejando el suelo más mullido, nivelado y friable para realizar la siembra de inmediato si la humedad lo permite (Figura 2).

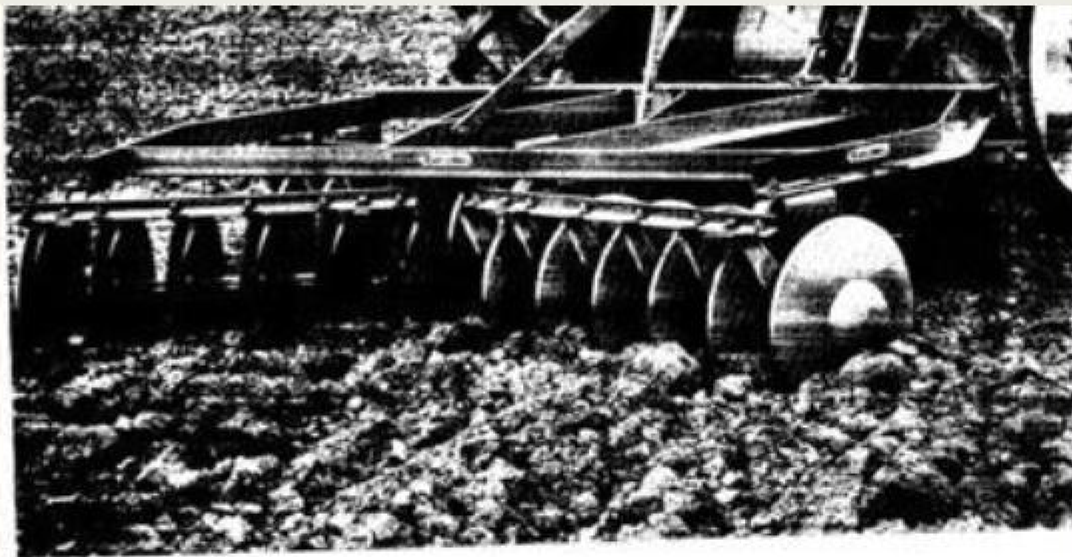


Figura 2. Labranza secundaria con una rastra de discos tandem.

La acción que realizan estas herramientas es roturar e invertir el suelo mediante un conjunto de discos dispuestos en un eje común y que giran solidariamente al avanzar en forma inclinada respecto de la dirección de avance. Su nombre más conocido es rastras de discos.

Componentes de las rastras de discos

Los componentes más importantes de las rastras de discos son su bastidor o armazón, los cuerpos de discos y algunos accesorios de menor importancia.

Armazón o bastidor

La forma constructiva del bastidor depende de si se trata de rastras del tipo de arrastre, las que generalmente tienen ruedas que sirven para su transporte y el control de profundidad de trabajo; o de rastras integrales las que además de su armazón tienen una torre y yugo de acople a los tres puntos del enganche hidráulico del tractor.
El armazón es la parte estructural sobre el cual se montan los componentes operativos. Su estructura se forma mediante perfiles de acero soldados lo que permite soportar los esfuerzos de torsión y flexión de los cuerpos.(Figura 3).



Figura 3. Armazón de perfiles de acero.

En las rastras de tipo excéntricas, el armazón es rígido, manteniendo la posición de los cuerpos horizontales a su paso por las variaciones del terreno. Este diseño de armazón, más pesado, tiene mejor penetración de la herramienta. En cambio en las rastras de tipo tandem el armazón es más flexible, lo que permite que los cuerpos pasen individualmente por sobre los obstáculos sin afectar a los otros cuerpos. En algunos armazones es posible colocar sobre el peso adicional para lograr mayor penetración del apero.

En las rastras de tipo excéntricas, el armazón es rígido, manteniendo la posición de los cuerpos horizontales a su paso por las variaciones del terreno. Este diseño de armazón, mas pesado, presenta mejor penetración y nivelación del suelo, pero es posible que los discos se rompan con más facilidad. En las rastras tandem de arrastre existen diseños de armazones flexibles, lo que permite que los cuerpos pasen individualmente por sobre los obstáculos sin afectar a los otros cuerpos.

El esfuerzo del tiro del tractor se aplica a los cuerpos a través de enganche cuando la herramienta es de arrastre y si es integral en el yugo de acople.

Cuerpos

Los cuerpos son la parte operativa de las rastras. Estan formados por un conjunto de discos, espaciadores, cojinetes y raspadores montados en un eje común, por lo tanto tienen una forma constructiva muy semejante. Se diferencias en el tamaño y número de discos, su forma y separación entre ellos. Un cuerpo consiste en un eje en el cual van colocados los discos separados unos de otros por una pieza llamada separador. De esta manera todos los discos giran simultáneamente. En dos o más puntos, los espaciadores son reemplazados por un cojinete que también sirve para fijar el cuerpo al bastidor. En las rastras de gran tamaño los cuerpos están diseñados en secciones separadas lo que permite ejes más cortos. (Figura 4).

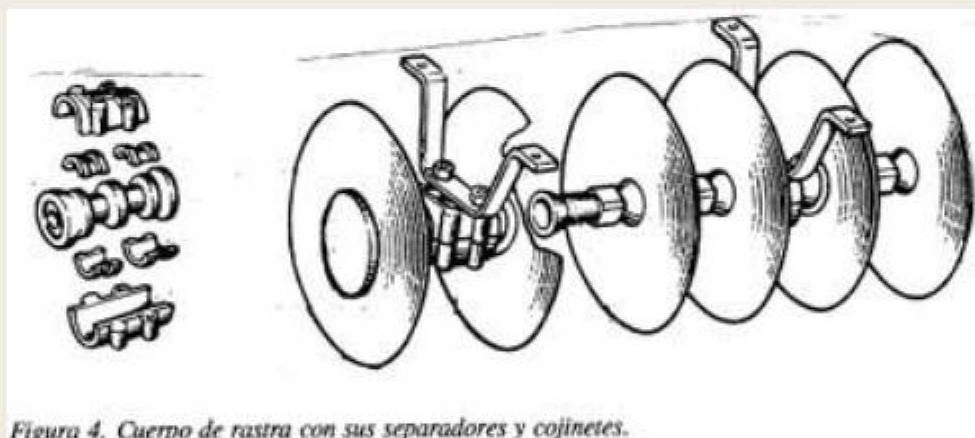


Figura 4. Cuerpo de rastra con sus separadores y cojinetes.

1.DISCOS.

Los discos son el elemento de acción el que por su forma corta, levanta y voltea el perfil se suelo. Están construidos de acero termotemplado de gran dureza. Tienen en su interior un alma blanda que les da flexibilidad, pero al mismo tiempo son de gran resistencia al desgaste y a los golpes.

Los discos de rastras se caracterizan por su forma esférica o cónica, su diámetro, filo y peso. (Figura 5) .



Figura 5. Diferentes formas de discos usados en las rastras.

Cuadro 1 Especificaciones de discos de rastras.

diametro		Espesor (mm)	Concavidad (mm)	lisos peso(kg)	dentados	
pulgadas	mm				n° de dientes	Peso(kg)
18	450	3,25	45 - 50	4,300	9	3,8
20	500	3,5	54-58-64	5,500	10	5,0
20	510	3,5	56-60-67	5,800	10	5,2
22	560	4	68-73-81	8,100	11	7,2
22	560	4,5	68-73-81	9,000	11	8,0
24	610	5	73-81-88	11,500	12	10,7
24	610	6	73-81-88	14,200	12	13,0
26	660	5	87-97-105	14,100	13	13,0
26	660	6	87-97-105	16,500	13	15,2
28	710	5	102-114-123	16,600	14	15,3
28	710	6	102-114-123	20,200	14	18,8

a) Discos cónicos. Tienen la forma de una sección de un cono cortado a unos 25 grados. Esto permite un movimiento más fácil de suelo reduciendo la compactación con mayor penetración. Sin embargo, tienen la tendencia a obstruirse en suelos pegajosos.

b) Discos esféricos. Representan una porción de una esfera hueca con un radio de concavidad de entre 2,5 y 12 cm. Pueden tener filo en el lado convexo o exterior o en el lado cóncavo o interior. El primero de ellos es de uso general y el segundo es para suelos duros por su mayor penetración

c). Discos entallados o dentados. Pueden ser de forma cónica o esférica. Presentan muecas profundas en su periferia que realizan un mejor corte de los residuos y rompen los terrones a medida que el disco rota sobre el suelo. Se usan de preferencia en las rastras excéntricas ubicados en el cuerpo delantero.

d).Discos de conservación. Es un disco de forma esférica dentado, con menor concavidad, con orificios en forma de gotas en su interior. Sus mayores ventajas son una mejor mezcla del suelo, mejor mullimiento, buena incorporación de los residuos y menor consumo de tracción.

Diámetro y concavidad de los discos.

Estas dos magnitudes son muy importantes al seleccionar un disco. El diámetro varía desde 30 cm para trabajos de afinamiento en suelos livianos en camas se siembra, a 70 cm en acciones de labranza profunda. La concavidad tiene su efecto en la calidad de la inversión. Varía desde 2,5 a 5,0 cm. Mientras mayor es ésta mayor es la inversión.

El mayor diámetro y concavidad permiten una mayor penetración y volteo de suelo blando, sin embargo los discos chicos, a igual peso, penetran mejor en los suelos duros por su menor área de contacto. A mayor diámetro mayor área de soporte por lo que se requiere más peso para igualar penetración. Cuando se trata de cortar y voltear suelos pesados con rastrojos, los discos más grandes y pesados resultan más eficientes si además se aumenta el ángulo de ataque (Figura 6).

2. ESPACIADORES Y COJINETES.

Mientras mayor es el diámetro de los discos mayor deberá ser su separación. Este varía entre 15 cm en las rastras de discos pequeños hasta 25 cm el las de discos grandes y pesadas. Esta variación en el tamaño del disco y su separación determina el ancho de corte efectivo de cada disco individualmente. En esta forma los anchos de corte más anchos corresponden a los discos de mayor diámetro. En este caso el suelo es labrado en forma más agresiva y

menos pulverizado. En cambio, las rastras equipadas con discos de menor diámetro pulverizan mejor el suelo superficial (Figura 7).

Los espaciadores se fabrican de fierro fundido con sus extremos frisados para permitir un buen ajuste contra los discos. En cada cuerpo de discos deberá existir dos o más cojinetes o descansos en reemplazo de los espaciadores los que sirven para unir el cuerpo al armazón de la rastra. Los descansos soportan el eje del cuerpo mediante un rodamiento adsorbiendo las fuerzas laterales que se ejercen sobre los cuerpos.

Los cojinetes pueden ser planos de madera dura, de fundición o de rodamientos de polines o bolitas. El mejor diseño es el de rodamientos sellados, por su larga duración y por que no es necesaria su lubricación. Los otros tipos resultan de muy corta vida si no se lubrican constantemente debido a las condiciones de polvo permanente en el que trabajan.

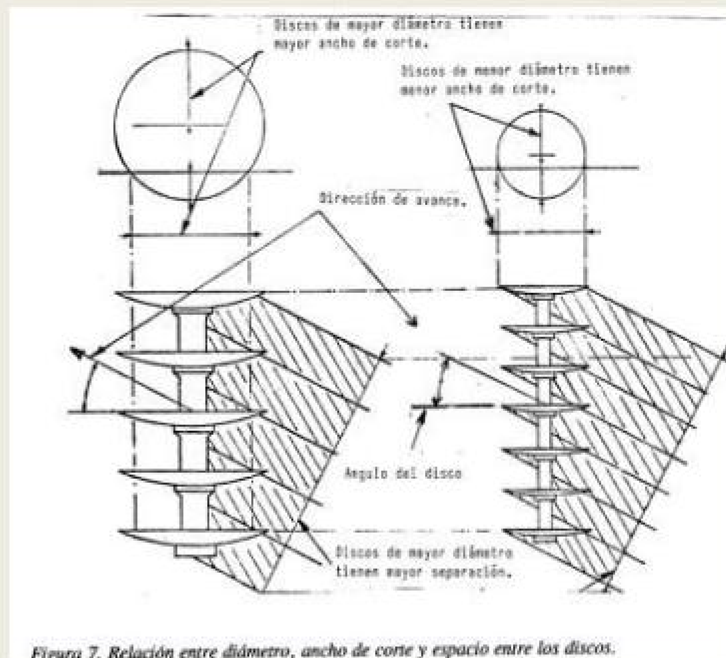


Figura 7. Relación entre diámetro, ancho de corte y espacio entre los discos.

RASPADORES.

Los raspadores son unas pequeñas vertederas que se colocan frente a cada disco evitando que el suelo se adhiera en el lado cóncavo de él. Estos deberán ajustarse de

manera que apenas toquen a los discos para impedir que se introduzcan residuos entre el raspador y el disco, impidiendo la rotación del cuerpo. El problema es al trabajar en suelos húmedos los que tienen tendencia a adherirse a los discos cambiando su concavidad, lo que reduce la calidad del trabajo, llegando el cuerpo a convertirse en un rodillo (Figura 8).

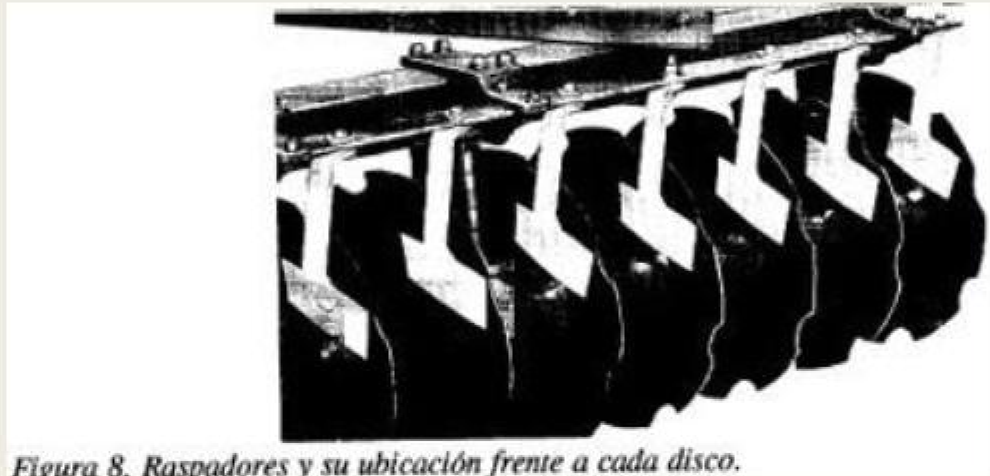


Figura 8. Raspadores y su ubicación frente a cada disco.

Regulaciones de los cuerpos

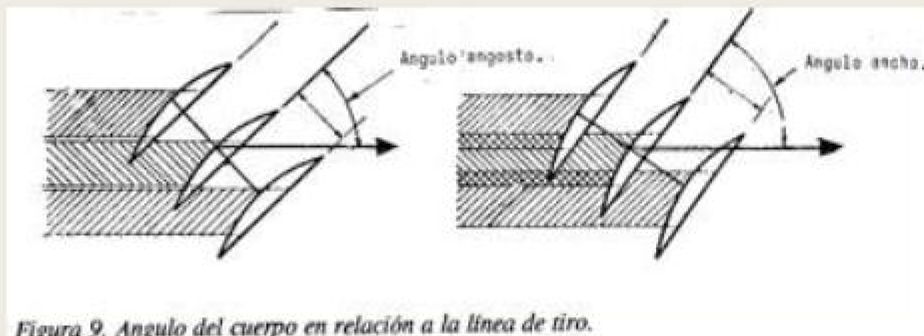


Figura 9. Angulo del cuerpo en relación a la línea de tiro.

En cada cuerpo de una rastra se debe regular el ángulo de ataque necesario para dejar el suelo en las condiciones deseadas, dependientes de las características que éste presente en el momento de la labor. En la mayoría de las rastras excéntricas u offset el ángulo de ataque puede ser de hasta 50 grados para una máxima penetración y de 25 grados en las de tipo tándem o de acción doble. El ángulo de ataque de los discos se mide desde una línea imaginaria paralela a la línea de tiro que nace en el centro de giro del disco y de la cara de éste (Figura 9).

Si los discos se mantienen en una posición paralela al avance, su penetración es nula; sólo son efectivos para cortar residuos. Si el ángulo se aumenta por sobre el máximo señalado, los cuerpos se arrastran desnivelando el suelo y aumentan los requerimientos de tracción, dando como resultado una labor de mala calidad.

El ángulo mayor aumenta la penetración, la inversión, el cubrimiento de los residuos y los requerimientos de tracción. En un suelo seco y duro, un mayor ángulo proporciona mejor penetración; en cambio, en un suelo blando o previamente labrado, con buena humedad para preparar una cama de semillas mullida, un ángulo mínimo es suficiente. La humedad de suelo en el momento de la labor es un factor de vital importancia, especialmente en la penetración. Pero en el caso de suelos muy húmedos es necesario reducir el ángulo de ataque de los cuerpos para impedir que se obstruyan.

La incorporación de los residuos se logra con los ángulos máximos y mínimos sí se desea dejar expuestos más de ellos para control de la erosión.

Los cuerpos de discos que trabajan hacia la izquierda o hacia la derecha de las rastras tándem, deben ajustarse en un ángulo exactamente iguales, para dar una penetración uniforme y una tracción equilibrada. En el caso de las rastras excéntricas, en las que los cuerpos pueden desplazase lateralmente para trabajar entre árboles, permitiendo que el tractor se separa de las hileras, es necesario usar un ángulo de ataque mayor en el cuerpo trasero, para obtener un equilibrio en los empujes laterales de cada tren de discos.

Formas de variar el ángulo de ataque de los cuerpos.

En la mayoría de las rastras es posible variar el ángulo de ataque de los cuerpos. desplazandolos en el bastidor (Figura 10).

Una vez ajustados los ángulos, puede ser necesario mover uno o los dos cuerpos hacia la izquierda o derecha, de manera que los discos traseros trabajen en el espacio trabajado por los discos delanteros (Figura 11).

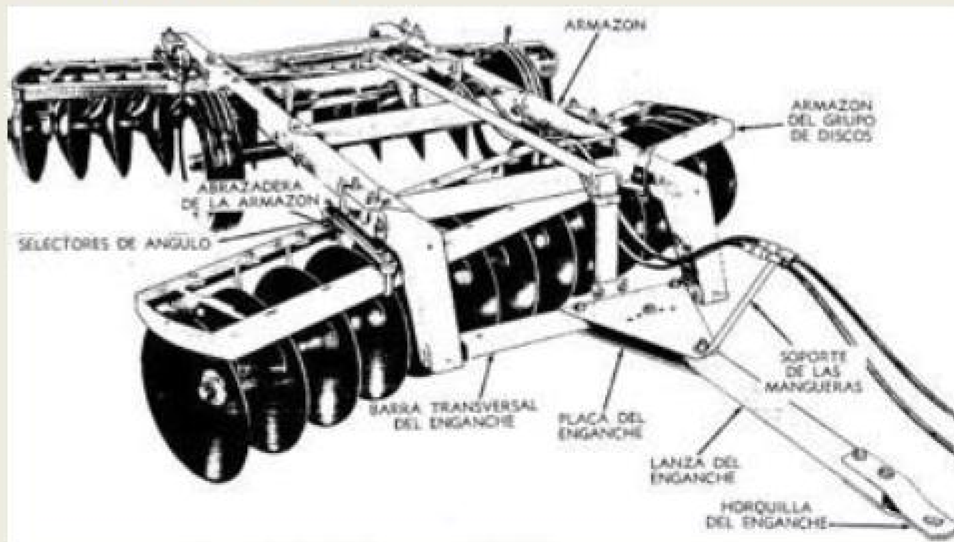


Figura 10-11. Regulaciones del ángulo de ataque en bastidor.

<u>Tipos de rastras de discos</u>

Los tipos más conocidos de rastras de discos son los siguientes:

1. <u>Rastra de acción simple.</u>

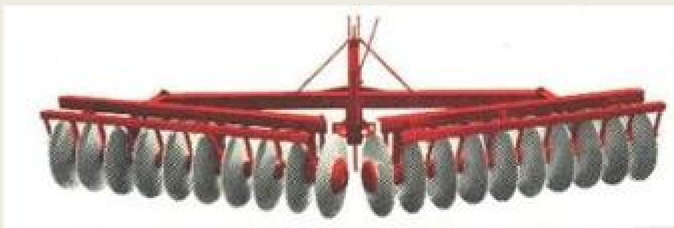


Figura 12. Rastra de acción simple.

Esta herramienta fue una de las primeras en usarse en la época de la tracción animal. Esta formada por dos cuerpos opuestos en forma de V abierta, de manera que los discos se oponen por sus lados convexos. Cada cuerpo tiene de 6 a 20 discos de diámetros que van desde 45 a 55 cm de diámetro separados a unos 15 cm entre sí. La línea de tiro pasa por el vértice de la V. Por su diseño simple en centro de los cuerpos queda una pequeña franja de tierra sin trabajar (Figura 12).

2. <u>Rastra de acción doble o tándem.</u> Esta rastra es de construcción muy similar a la de acción simple. Se diferencia de ésta en que posee dos cuerpos de acción trasera opuestos que lanzan la tierra hacia adentro. En la rastra de acción doble el suelo queda trabajado dos veces en cada pasada, más parejo y nivelado. Cada cuerpo tiene de 6 a 20 discos con un diámetro de 45 a 56 cm, con un peso de 25 a 30 kilos por disco. En los extremos de los cuerpos traseros queda un pequeño surco el que se puede eliminar si se coloca en cada punta un disco de menor diámetro. También se produce un camellón en medio de los cuerpos traseros el que se elimina con una pata surcadora (Figura 13).

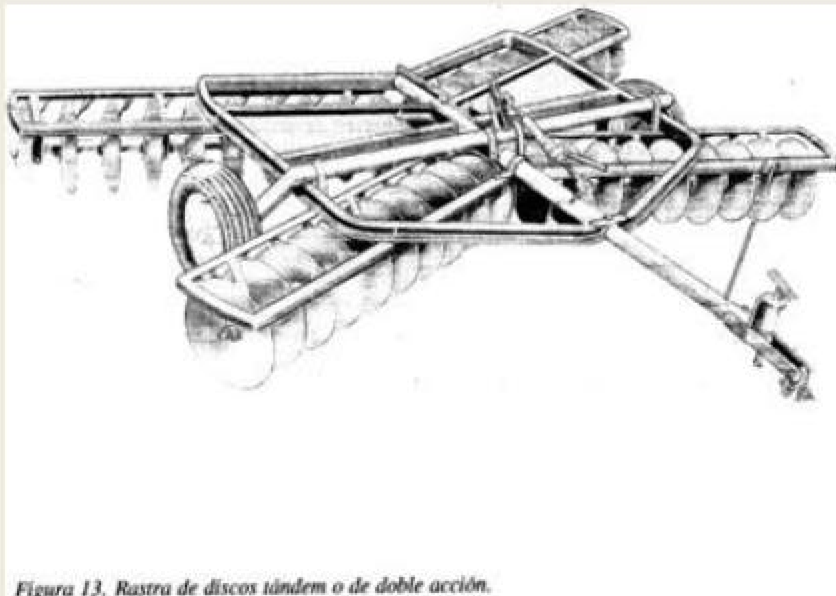


Figura 13. Rastra de discos tándem o de doble acción.

3. <u>Rastra de discos excéntrica u offset.</u> Esta rastra esta formada por dos cuerpos, uno detrás del otro, dispuestos de manera que uno invierte el suelo hacia la derecha y el otro hacia la izquierda. Debido a la acción de la fuerza del suelo sobre los cuerpos, el punto de enganche y la línea de tiro se ubica hacia un costado del centro. De este hecho deriva su nombre de rastra excéntrica. La excentricidad se puede cambiar desde el lado derecho hacia el izquierdo del tractor modificando el enganche. Esto facilita el trabajo en huertos frutales para labrar debajo de las ramas donde éstas están muy bajas impidiendo que el tractor se acerque a las hileras de árboles.

Normalmente esta rastra es más pesada, con discos más grandes cuyos diámetros van desde los 56 a 61 cm separados a unos 20 a 25 cm con un peso de 50 Kg. por disco.

Por su peso, comúnmente la rastra de discos excéntrica tiene ruedas las que permiten su transporte y controlar su profundidad de trabajo. Si no tiene ruedas los virajes se derán hacer siempre en la dirección del cuerpo delantero.

En algunos suelos livianos, o que han sido labrados con anterioridad, se puede emplear una rastra excéntrica para roturar un suelo en una labor primaria, debido a que se puede disponer sus cuerpos para una labor profunda. En algunos bastidores se puede agregar peso adicional para obtener más penetración. Esta es una gran ventaja por su mayor ancho de trabajo que los arados y además no desnivelan el suelo (Figura 14).



Figura 14. Rastra de discos excéntrica.

<u>Tipos especiales de rastras de discos</u>

Existen varios tipos de rastras especiales para realizar trabajos específicos en plantaciones en espalderas y para adecuar el suelo a sistemas de riego.

1. <u>Rastra viñatera.</u> Esta diseñada para trabajar entre espalderas con un ancho que le permite en una sola pasada trabajar todo el espacio entre las plantas. Es generalmente de tipo integral lo que permite una gran maniobrabilidad. Presenta un bastidor en forma de X con cuatro cuerpos regulables para adecuarlos a las necesidades respecto al ancho de

corte, inclinación de los cuerpos y ángulo de ataque. El número de discos varía de 8, 12 o 16 del tipo liso o escotados de 50 a 56 cm de diámetro separados entre 20 y 25 cm (Figura 15).

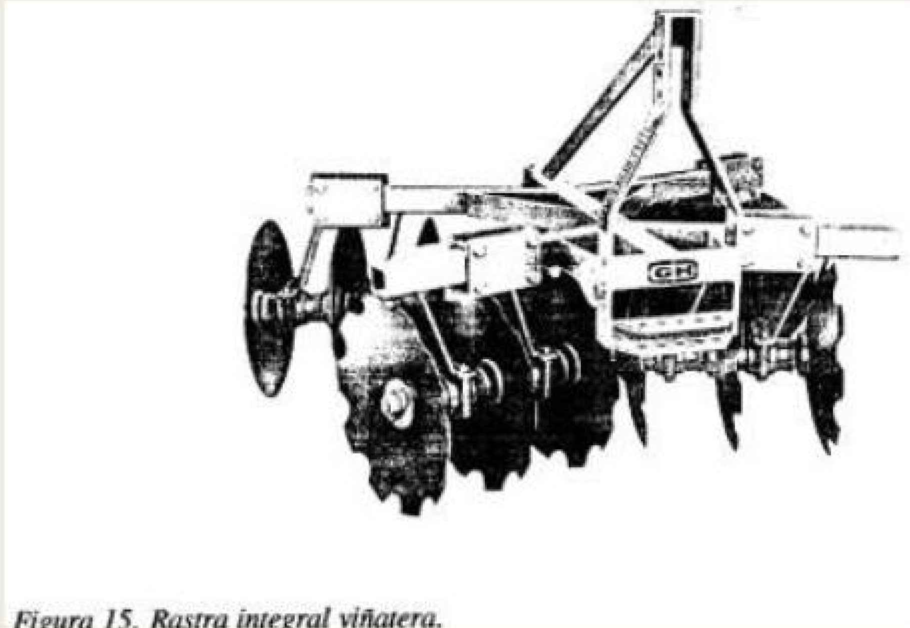


Figura 15. Rastra integral viñatera.

2. <u>Discos borderos.</u> Esta herramienta está formada por dos cuerpos de discos opuestos desarrollada especialmente para adecuar el suelo a sistemas especiales de riego, pero también, puede ser usada para construir camellones para siembras como por ejemplo cultivar melones. Los discos van montados en una barra porta herramientas en dos secciones de cuerpos compuesta por 3 a 6 discos cada una, los cuales se pueden ajustar en separación, inclinación, de modo que lancen el suelo hacia el interior formando un camellón, o hacia el exterior formando una zanja. Cuando se disponen los cuerpos lanzando el suelo hacia el interior se usan para construir bordes para riego. El ancho del borde se controla por la separación entre los cuerpos, el alto por la separación y ángulo de ataque y la velocidad de avance del tractor (Figura 16).

Si los cuerpos son dispuestos lanzando el suelo hacia el exterior se usan para construir zanjas. La profundidad e inclinación del talud de la zanja se controla por la posición de los cuerpos y el ángulo de ataque. Los discos centrales se deberán disponer casi topados en su cara convexa para evitar que se forme un borde en el centro de la zanja



Figura 16. Discos borderos.

Equipos adicionales.

En algunas rastras sobre su bastidor es posible colocar un cajón sembrador de cereales con sistema dosificador el que es accionado por un piñón y cadena que obtiene el movimiento desde el eje de los cuerpos (Figura 17).



Figura 17. Cajón sembrador montado en una sembradora.

También es posible en el bastidor de algunas rastras colocar peso adicional con el propósito de obtener mayor penetración (Figura 18).

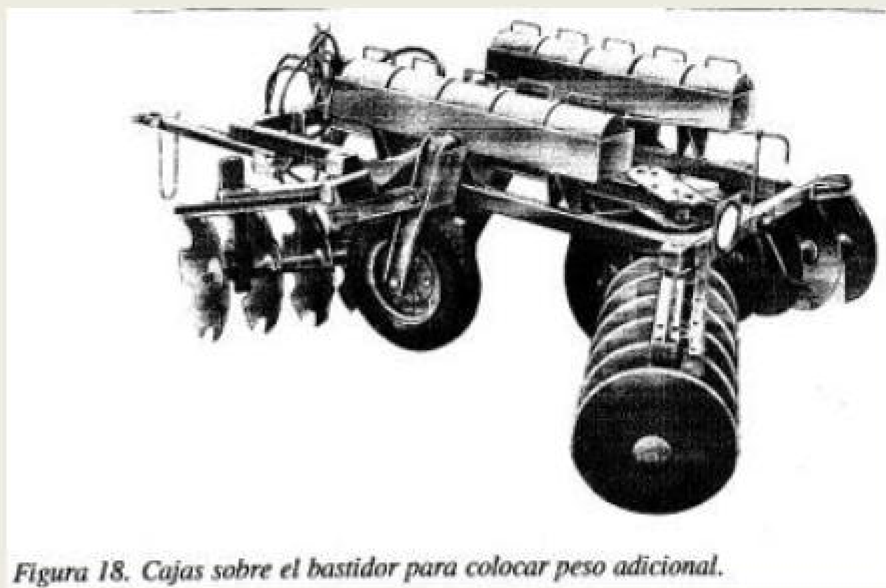


Figura 18. Cajas sobre el bastidor para colocar peso adicional.

Acciones de la rastra en el suelo

Cuando se hace avanzar un cuerpo de discos en forma paralela a la dirección de avance, los discos giran como ruedas sin efecto sobre el suelo. Al aumentar el ángulo de ataque hasta unos 20 grados disminuye la rotación de cuerpo, aumenta la penetración e inversión de acuerdo con el tamaño de los discos, su separación, peso y filo. Con ángulos menores de 20 grados se produce mayor fricción en la parte trasera de los discos porque hay más suelo detrás de ellos.



Figura 19. Seccionamiento, pulverización y volteo del suelo.

Este efecto se puede observar en la práctica si el lado convexo de disco se limpia primero que el lado cóncavo. Si el ángulo se incrementa demasiado por encima de los 20 grados los cuerpos tienden a arrastrarse sin girar, de lo que resulta un incremento en la tracción y una labor deficiente. Cuando se selecciona convenientemente el ángulo de ataque, el suelo se desplaza lateralmente provocando un seccionamiento, pulverización y volteo si se trabaja a una velocidad apropiada (Figura 19).

Seccionamiento. Debido al ángulo de ataque y al filo del disco, cada cuerpo realiza una acción de cortante de los rastrojos si los hay y un pequeño seccionamiento e inversión del prisma de suelo. Cuando el suelo está en estado plástico, el corte es más nítido a diferencia del estado frágil que produce una mejor pulverización. Este es el mejor estado para trabajar un suelo para preparar camas de semilla.

Pulverización. La separación entre los terrones se produce por la presión que ejercen los discos en el sentido vertical y longitudinal. También produce pulverización el rozamiento producido por desplazamiento entre los terrones al paso de la herramienta, la que aumenta con la velocidad.

Volteo. Como consecuencia de la forma esférica, del ángulo de ataque y de la velocidad, el pequeño prisma de suelo cortado es invertido y parte o todo el rastrojo es enterrado.cuando hay abundancia de rastrojos o malezas resulta necesario una segunda pasada, cruzada, para obtener mejores resultados (Figura 20).



Figura 20. Volteo del suelo e incorporación de rastrojos.

Nivelación. La acción combinada de los elementos participantes tiende a dejar un microrrelieve más uniforme, el cual se ve favorecido al trabajar a mayor velocidad. La nivelación que deja el paso de los discos no es necesariamente lisa, sino que quedan

pequeños camellones o surcos. El ajuste adecuado y el avance cuidadoso puede dar una nivelación excelente.

Cuando se trabaja con rastras offset se usa de manera que cada pasada llene el surco dejado por la anterior pasada, resultando un campo nivelado y sin surcos. Cada pasada se hace al lado derecho de la anterior. Para llenar bien los surcos, el disco del extremo de la sección delantera deberá correr en el surco. Esta práctica se recomienda para eliminar recubrimientos y para aprovechar el ancho total de la rastra.

Hay varios factores que afectan el llenado de los surcos, como la velocidad de avance, las condiciones del suelo, la profundidad de la labor y el ángulo de ataque de los cuerpos. cada condición diferente puede necesitar un ajuste especial.

El ajuste del enganche y de los cuerpos, cuando se rastrea a mucha profundidad, la rastra de discos normalmente hace un surco y un bordecon el disco trasero derecho. El surco es consecuencia del sobrante normal de tierra que resulta de la operación de corte y mezcla. El borde a la izquierda del surco es el resultado de la acción de alcance a la derecha del disco trasero derecho, el cual recoge parte de la tierra tirada sobre el terreno sin rastrear por el disco delantero derecho, a parte de la cantidad normal de tierra movida por el disco trasero derecho (Figura 21).



Figura 21. Llenado de los surcos dejados al pasar una rastra.

Para llenar el surco C se requiere la tierra adicional A. Ajustando la sección trasera de modo que deje la mayor parte de la tierra A que fue tirada sobre el terreno sin rastrear por el disco delantero derecho. Ajústese primero el anganche hacia la izquierda, tanto como se práctico. Con esto la sección trasera quedará colocada de tal manera que deje la mayor parte de la tierra suelta tirada por el disco delantero derecho. El enganche movido a la izquierda tiende a mover la sección delantera a la derecha y la sección trasera hacia la izquierda, reduciendo el tiro lateral. Aumenta también el ángulo de corte de la sección trasera, lo cual ayuda a lanzar la tierra dentro del surco. El borde pequeño B se puede reducir o eliminar, sustituyendo el disco trasero derecho por un disco que tenga un diámetro de unos 5 cm más pequeño. Este disco dejara también un surco más chico que llenar y levantará menos tierra A, reduciendo así el borde B.

Si se desea obtener una mejor pulverización y nivelado se puede usar una barra plana o con dientes colocada detrás de la rastra (Figura 22).

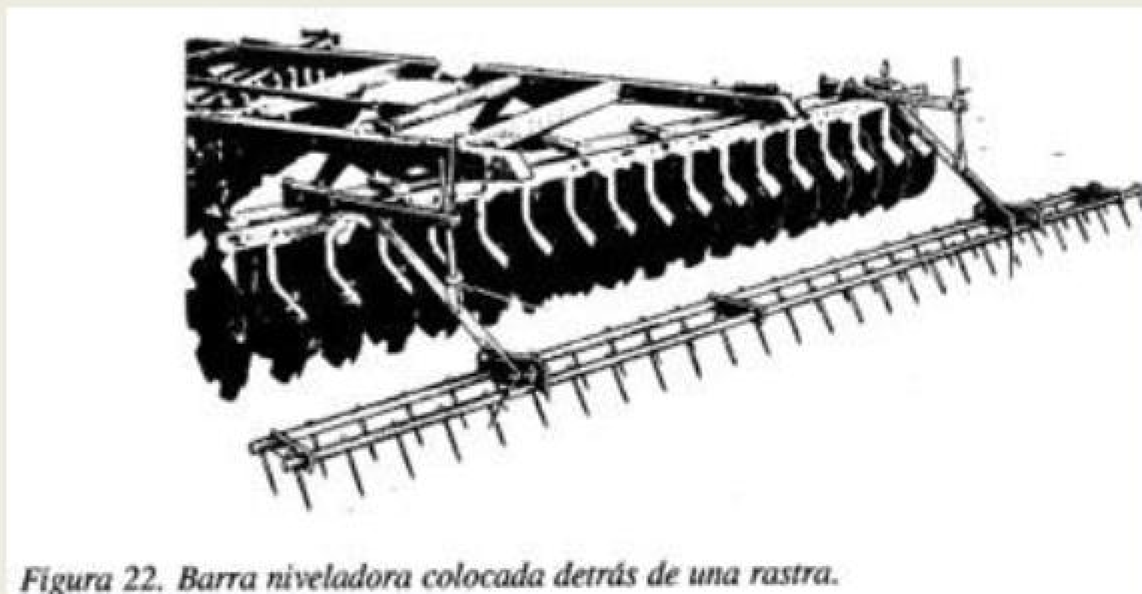


Figura 22. Barra niveladora colocada detrás de una rastra.

Cuando se usa una barra de dientes, pueden usarse inclinados hacia atrás para mejor emparejamiento y llenado de los surcos. Si se usa hacia abajo se obtiene mejor acolchamiento. Para llenar mejor los surcos el lado derecho de la barra debe extenderse solamente hasta el centro del surco.

Velocidad de trabajo. La velocidad de trabajo es muy importante, pues tiene efecto en la pulverización, profundidad de labor y consumo de tracción. En general las velocidades altas son apropiadas para lograr una mayor pulverización, pero la profundidad de trabajo se afecta por que el efecto del tiro levanta la rastra. En relación al consumo de tracción, la potencia necesaria aumenta al incrementar la velocidad. Como límite no debe exceder de los 10 kmph.

Penetración de las rastras de discos

Uno de los factores más importantes en una labor con rastra de discos es su profundidad de labor pareja a todo su ancho de trabajo. Esta es, como se ha expresado, motivada por una serie de factores y adaptación cuidadosa a las características del suelo para obtener los resultados deseados.

Los factores que son posibles de controlar y que dependen del diseño y ajustes de la rastra son:

- ángulo de los cuerpos,
- peso total de la rastra,
- diámetro de los discos,
- filo de los discos y,
- ángulo del enganche.

Los factores que dependen del suelo son los siguientes:

- tipo de suelo,
- contenido de humedad,
- consistencia; flojo, duro, firme y,
- cantidad y tipo de residuos sobre la superficie.

Entre los factores operacionales, como ya se ha citado, las velocidades altas tienden a levantar la rastra del suelo, dando como resultado una labor a menos profundidad.

Fuerzas aplicadas al funcionamiento de las rastras

Las fuerzas de reacción a que están sometidos los cuerpos en forma individual y la rastra en general, dependen, en gran medida, por una parte, de las condiciones del suelo y, por otra, desde el punto de vista mecánico y operacional de la rastra, del ángulo de los cuerpos, el diámetro de los discos, su concavidad, el peso de la rastra y su distribución, la linealidad del tiro y de la velocidad de avance. Sobre la linealidad del tiro, es evidente que para que la rastra se desplace uniformemente, las fuerzas de arrastre y resistentes deben estar en equilibrio.

Fuerzas que actúan en una rastra de doble acción o tándem.

Para obtener una penetración y funcionamiento uniforme en la rastra tándem, es necesario considerar las fuerzas que causan el tiro lateral de cada uno de los cuerpos delanteros. En cada cuerpo, al ser tirado se origina una acción lateral hacia el centro. Dado que ambos cuerpos son iguales y opuestos, ambas fuerzas de tiro lateral se combinan en una resultante que está colocada en el centro y que es opuesta a la dirección de avance. La fuerza lateral de los cuerpos posteriores son dirigidas hacia afuera del centro y son también opuestas. La resultante de estas fuerzas está también aplicada en el centro en línea con la dirección de avance en forma opuesta (Figura 23).

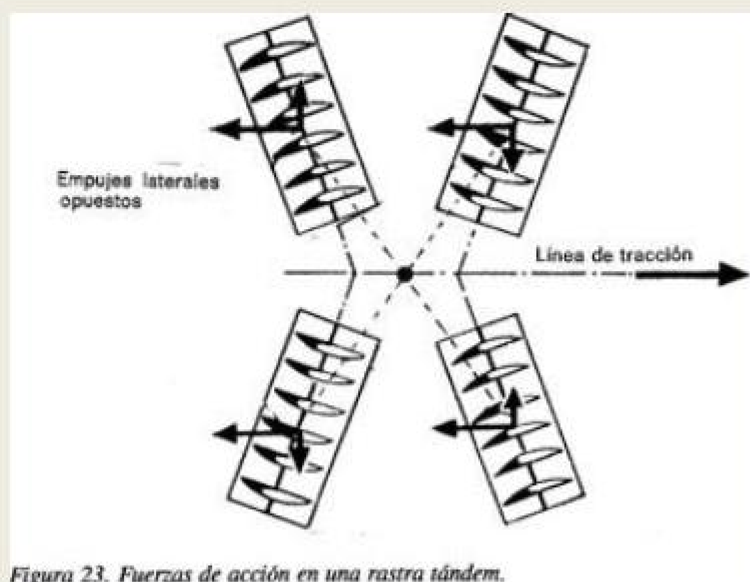


Figura 23. Fuerzas de acción en una rastra tándem.

Fuerzas de acción que actúan en una rastra excéntrica

En este tipo de rastras, el esfuerzo que recibe el cuerpo delantero es opuesto al correspondiente al cuerpo trasero, pero dichas fuerzas no están en la misma línea. La razón radica en que los discos delanteros están trabajando en suelo más firme que los discos traseros; por consiguiente, el empuje contra los discos delanteros es mayor que el empuje contra los discos traseros. El empuje sobre los discos delanteros materialmente mueve los discos hacia la izquierda. Si los discos traseros están trabajando en suelo suelto, no hay suficiente empuje contra ellos que contrarreste ese movimiento y controle el tiro lateral (Figura 24).

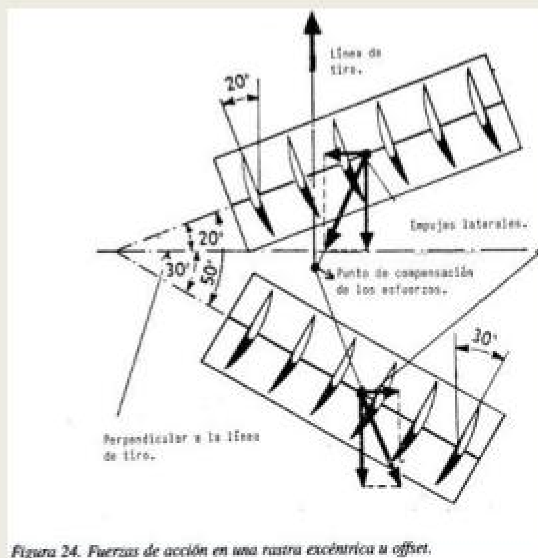


Figura 24. Fuerzas de acción en una rastra excéntrica u offset.

El tiro lateral se elimina, equilibrando el empuje de los discos traseros y delanteros, desfasando el tiro respecto de los componentes longitudinales. Hay varios procedimientos que se pueden hacer para igualar el empuje:

En la barra de tiro. La barra de tiro es posible moverla hacia la izquierda usando otro orificio en la placa de enganche en la rastra. Esta regulación colocará el punto de tiro más cerca del lado izquierdo de la rastra reduciendo de esta manera el ángulo de ataque del cuerpo delantero y aumentándolo en el cuerpo trasero. Esto disminuirá el empuje lateral en el cuerpo delantero y lo aumentará en el cuerpo trasero reduciendo el tiro lateral (Figura 25).

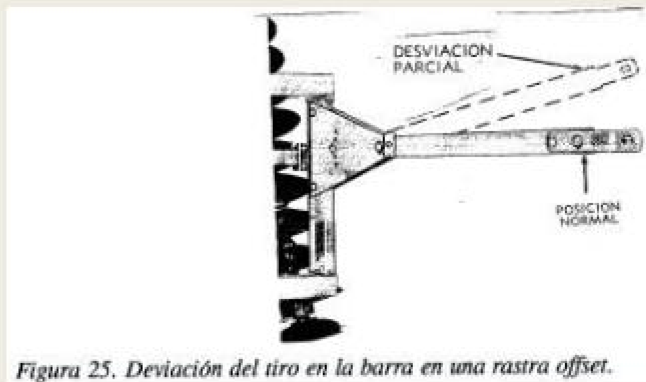


Figura 25. Deviación del tiro en la barra en una rastra offset.

Variando el ángulo de ataque de los cuerpos.

En algunas rastras, en su bastidor, existen posibilidades que permiten reducir o aumentar, independientemente, el ángulo de ataque ya sea de los discos delanteros o traseros (Figura 26).



Figura 26. Ajuste de los ángulos de ataque de los cuerpos.

Transferiendo peso al cuerpo trasero.

La barra de levante paralela que tienen algunas rastras permite transferir peso del grupo de discos delanteros al grupo de discos traseros para lograr que estos penetren más profundo, reduciendo la penetración del grupo de discos delanteros. Cuando se hace este ajuste, el cuerpo trasero permanece más bajo que el delantero. Para ajustar la barra de levante, elévense las ruedas hasta que quede libre el perno de fijación y mueva a 3esta hacia atrás para bajar el cuerpo trasero hacia adelante para elevarlo (Figura 27).



Figura 27. Ajustes del tiro lateral en la barra de levante.

Levantando el punto de enganche en el tractor.

En casos muy extremos es posible un enganche más alto en el tractor para que de esta manera se ejerza el tiro hacia arriba en el cuerpo delantero reduciendo de esta manera su penetración y menor empuje. Esto permite que el cuerpo trasero penetre más profundo.

Usos de las rastras de discos

Las rastras de discos son las herramientas de labranza que junto con los arados son las más empleadas. Se utilizan en casi todas las condiciones, ya sea para trabajar en labores profundas como las de tipo excéntricas a profundidades de hasta 20 cm o labores menos profundas de unos 15 cm en el caso de las rastras tándem.

La rastra offset o excéntrica se utiliza en condiciones muy favorables en los siguientes trabajos:

labores primarias en suelos livianos,
rotura e inversión después de pasar arado de cincel,
labranza de la entre línea en huertos,
corte y mezcla de residuos antes de arar,
romper y mezclar terrones después de arar y,
destruir malezas.

La rastra de tipo tándem se utiliza ventajosamente en las siguientes labores:

mejorar las condiciones de disgregación y mullimiento,
romper terrones e eliminar espacios de aire,
conservar la humedad por disminución de la evaporación superficial,

cortar e incorporar residuos en la capa superficial,
afirmar y nivelar la superficie,
destruir malezas,
trabajar suelos pedregosos y,
tapar siembras hechas al voleo. Sin embargo estas rastras están contraindicadas para trabajar en suelos con presencia de malezas que se propagan en forma vegetativa.

HERRAMIENTAS QUE ROTURAN SIN INVERSION DEL PERFIL

La acción que realizan estas herramientas es roturar el suelo en forma vertical y lateral mediante un conjunto de vástagos provistos de un escardillo cortante el que al avanzar corta y desgarra el suelo. En este grupo se encuentran los cultivadores de campo, las rastras de dientes y los vibro-cultivadores. Se usan generalmente en un suelo en el que se ha realizado con anterioridad una labor primaria.

Con estas herramientas es posible romper castras superficiales, suavizar y afirmar la superficie, cerrar bolsones de aire, controlar malezas al estado de plántulas, controlar las pérdidas de humedad y airear el perfil. Resulta de este modo que el objetivo principal es la preparación de una buena cama de semillas de manera que éstas queden rodeadas de tierra para poder germinar en buenas condiciones (Figura 28).



Figura 28. Labranza con rastra de dientes.

Cultivador de campo

Con esta herramienta es posible trabajar en forma vertical un suelo que presente algún grado de dureza puesto que por su estructura este apero es muy parecido a un arado de cinceles.

Componentes del cultivador de campo

Los componentes más importantes de un cultivador de campo son su bastidor o armazó, los vástagos y los escardillos.

Bastidor o armazón El bastidor está formado por un marco de acero muy firme con dos o tres barras separadas entre 50 o 80 cm y anchos variables según modelo y potencia disponible de entre 2,5 a 7 m. Adosados a estas barras se distribuyen alternativamente una serie de vástagos.

Vástagos. Cada vástago está construído de acero flexible, tienen forma de arco con un escardillo en la punta que trabaja en el suelo. Los vástagos van adosados alternativamente en el bastidos separados de 15 a 20 cm lo cual permite un flujo máximo de los residuos y una obstrucción mínima.

Escardillos En el extremo inferior de cada vástago se ubica una punta de acero de muy buena calidad que presenta diferentes formas según las necesidades de la labor. Las puntas delgadas son para trabajar a mayor profundidad y las aladas son más prácticas para eliminar malezas persistentes y para dejar la sementera más fina y mullida (Figura 29).

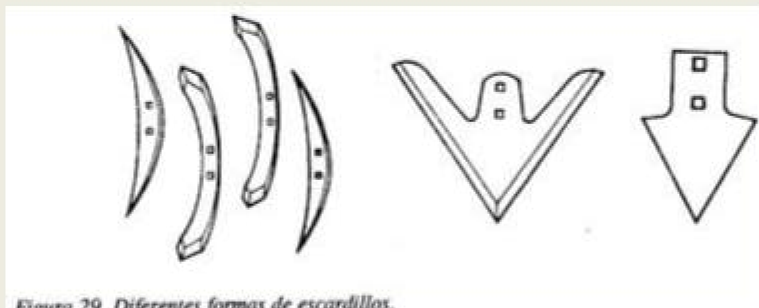


Figura 29. Diferentes formas de escardillos.

El cultivador de campo tiene un diseño y aspecto muy similar a los arados de cinceles. La diferencia está en su estructura que es más liviana y por lo tanto se utiliza para condiciones menos severas de dureza del suelo y a menor profundidad (Figura 30).



Figura 30. Labranza del suelo con un cultivador de campo.

<u>Profundidad de trabajo.</u> Esta puede llegar a los 15 cm o más en suelos livianos. En general, esta depende de las condiciones del suelo y del tipo de escardillo utilizado.

<u>Usos de los cultivadores de campo</u>

Esta herramienta se emplea por su diseño más fuerte y resistente que las rastras de dientes en las siguientes labores:

en suelos ya trabajados con una labor primaria para mullir su superficie,
labranza secundaria con cobertura de los residuos,
control de malezas, especialmente aquellas de propagación vegetativa,
romper costras para permitir la absorción de agua y,
romper terrones en barbechos.

<u>Rastras de dientes</u>

Las rastras de dientes son herramientas para realizar alisamientos del suelo, combatir malezas, romper costras superficiales de modo de preparar la superficie del modo más favorable para la siembra.

Componentes de las rastras de dientes

Los componentes de las rastras de dientes varian según su diseño. Los más importantes son su bastidor, brazos en cuyo extremo llevan escardillos de las más variadas formas, y ruedas.

Armazón o bastidos

Esta formado por perfiles de acero formando un marco con varias barras donde se montan los brazos con las puntas de rejas. El bastidor es fuertemente soldado para resistir las operaciones a alta velocidad y las vibraciones de los dientes.

Tipos de brazos y escardillos

Los brazos de largos de hasta 95 cm se ubican en las barras separados entre sí desde 15 a 25 cm. La separación se regula soltándolos de su fijación y deslizándolos lateralmente.

Púas o escardillos

El cada extremo de los brazos se coloca un escardillo o púa de acero de muy buena calidad, es intercambiable por el desgaste a que son sometidos. Tienen diferentes formas y tamaños los que pueden seleccionarse según sean las necesidades. Las de punta son para mayor penetración y las aladas para controlar malezas (Figura 31).

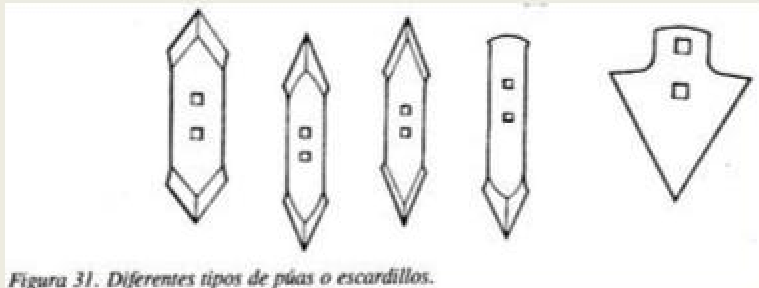


Figura 31. Diferentes tipos de púas o escardillos.

Existen muchos diseños y tamaños de rastras de dientes. Las más comunes son:

rastra de dientes flexibles,
rastra de dientes rígidos o de clavos,
rastra de dientes de horquilla y,
rastra de dientes rígidos motorizada.

Rastra de dientes rígidos o de clavos.

También es conocida coma rastra zig-zag. Está formada por un bastidor de perfiles de acero de varias barras soldadas para resistir las altas velocidades de trabajo, en forma de secciones de 1,5 a 2 m de ancho cada una. Adosados a las barras lleva convenientemente distribuidos y separados entre 10 y 20 cm dientes rígidos en forma rectangular. Cada sección tiene generalmente cinco barras con sus dientes escalonados para dejar paso a los residuos (Figura 35).

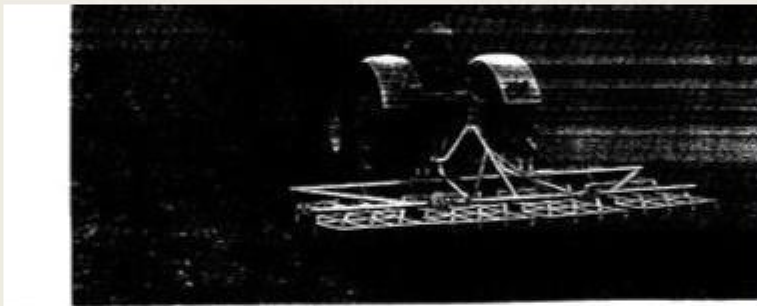


Figura 35. Rastra de dientes rígidos.

Cada diente está construido de acero de sección cuadrada de 1,5 2,5 cm de ancho y de 15 a 25 cm de largo, dispuestos de manera que su arista esté dirigida hacia adelante y de modo que queden en una línea de trabajo distinta de un diente contiguo, razón por la cual a esta herramienta se le llama zig-zag (Figura 36) .

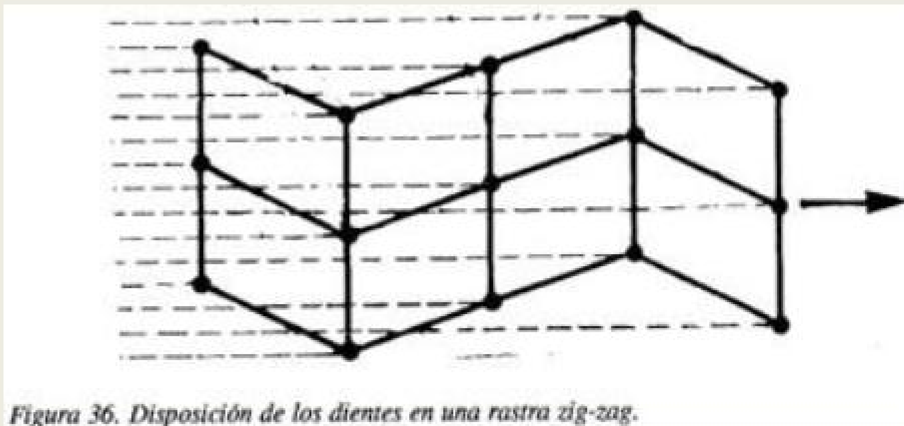


Figura 36. Disposición de los dientes en una rastra zig-zag.

Profundidad de trabajo. Depende en primer lugar del tamaño y largo de los dientes, de su peso, su inclinación y de la velocidad.

La inclinación de los dientes se puede variar entre 25 grados dirigidos hacia adelante, obteniéndose la máxima penetración y, 25 grados inclinados hacia atrás obteniendo mayor acción niveladora. En su posición vertical dan muy buen mullimiento. La regulación de la inclinación de los dientes se efectúa mediante palancas individuales en cada sección (Figura 37)



Figura 37. Regulación de la inclinación de los dientes.

Cuando se dispone de una rastra de varias secciones se puede usar de manera que las secciones delanteras trabajen con los dientes dispuestos hacia delante y las secciones traseras con los dientes dirigidos hacia atrás o volcada para obtener mejor nivelación.

Rastra de dientes de horquilla.

Tienen un diseño muy similar a las rastras de dientes rígidos, pero éstos son más delgados y redondos con un diámetro de menos de 1 cm y de 25 a 30 cm de largo, dispuestos en una o dos barras paralelas. La acción vibratoria de los dientes ayuda a quebrar los terrones, desgarrar las malezas y romper costras superficiales.

Este tipo de rastra se usa generalmente combinada enganchada detrás de otros aperos en suelos livianos y donde se desee una labor mullida y plana.

Rastra de dientes rígidos motorizada.

Este modelo de rastra es de tipo integral y es accionada por la TDF del tractor. Esta formada por cuatro barras que cuelgan de una estructura provistas de una serie de dientes del tipo púas. Mediante la TDF. Las barras se mueven de izquierda a derecha en forma oscilante, desde 10 cm la barra delantera, a los 30 cm la barra trasera. Este movimiento de vaivén facilita que el suelo sea trabajado cuatro veces, primero rompiendo los terrones y con los siguientes movimientos el suelo quede cada vez mas mullid (Figura 38).

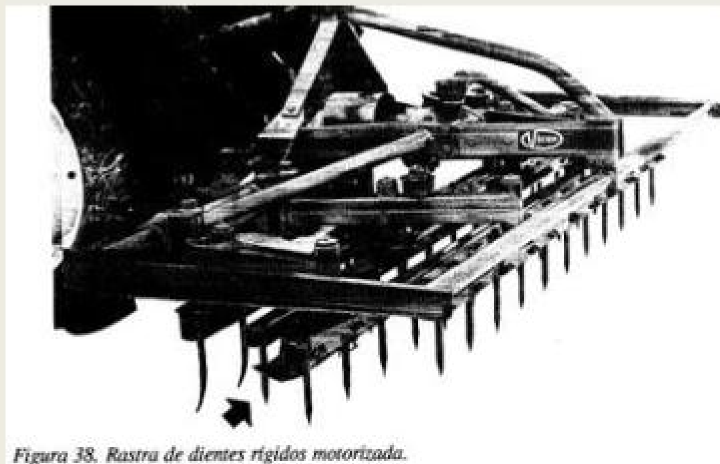


Figura 38. Rastra de dientes rígidos motorizada.

Los dientes pueden ser todos del mismo largo para obtener una labor mullida en todo el perfil, o de menor largo en la barra trasera para obtener una labor mullida en la superficie y más gruesa en profundidad (Figura 39).

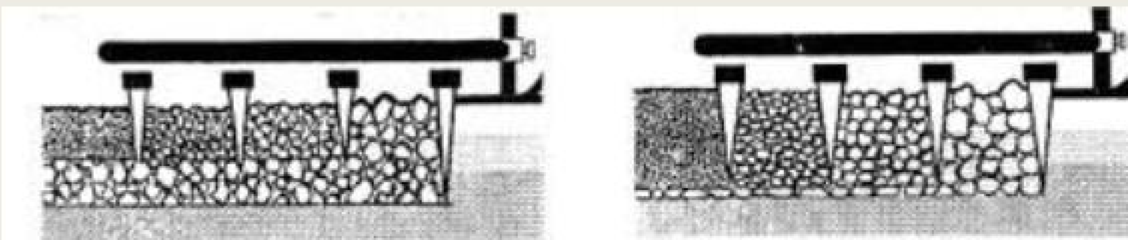


Figura 39. Efecto del largo de los dientes en la profundidad de la labor.

VIBROCULTIVADORES

El nombre vibro cultivador, de uso novísimo, se está empleando para referirse a las herramientas cuyos elementos de penetración en el suelo vibra a su paso, ya sea por el diseño de sus púas de resorte, o que sus partes operativas están motorizadas. Estas últimas de mayor precio, realizan una labor de mejor calidad, sobre todo cuando es necesario establecer semillas pequeñas. Son muy parecidos a las rastras de resortes ya descritas, salvo que en algunos modelos se ha agregado un rodillo de barras para trabajar detrás de los resortes.

Igual que las rastras de resortes, la mayor ventaja de los vibro cultivadores es su gran ancho de trabajo, por lo que resultan muy eficientes (Figura 40).

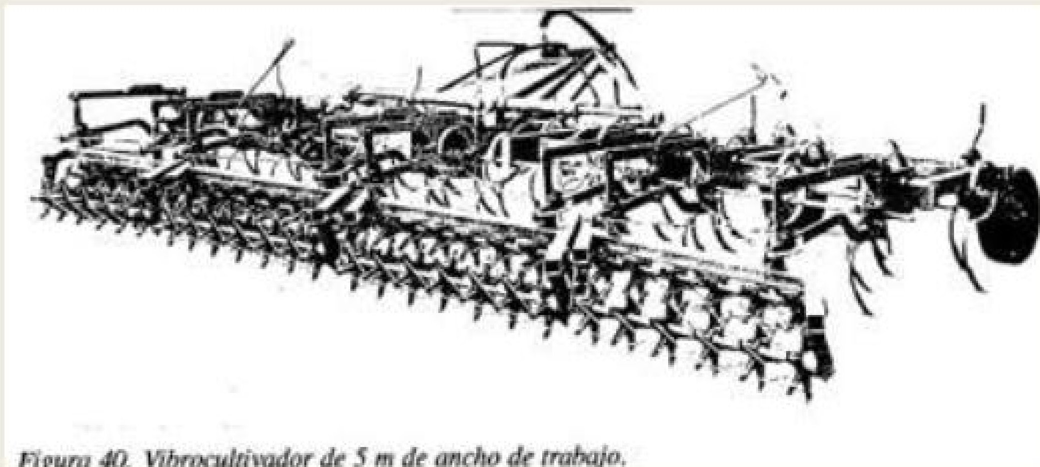


Figura 40. Vibrocultivador de 5 m de ancho de trabajo.

Acciones de las rastras de dientes en el suelo

Al avanzar en el terreno, los brazos de la herramienta producen los siguientes efectos:

Fragmentación. La forma del escardillo que lleva en la punta cada brazo produce una fragmentación del perfil debido al esfuerzo cortante a que es sometido el suelo, el que se fractura en forma de V al avanzar la herramienta.

Compresión. La fragmentación se completa por la acción de compresión sobre los terrones producida entre ellos mismos y por el diente.

Rozamiento. El desplazamiento relativo de los terrones genera una fricción superficial con desplazamiento dentro del perfil lo que tiende a emparejar el micro relieve. A esto hay que agregar el efecto de vibración que tienen los dientes, el cual ayuda considerablemente a disgregar los terrones.

Acciones de las rastras de dientes en el suelo

Al avanzar en el terreno, los brazos de la herramienta producen los siguientes efectos:

Fragmentación. La forma del escardillo que lleva en la punta cada brazo produce una fragmentación del perfil debido al esfuerzo cortante a que es sometido el suelo, el que se fractura en forma de V al avanzar la herramienta.

Compresión. La fragmentación se completa por la acción de compresión sobre los terrones producida entre ellos mismos y por el diente.

Rozamiento. El desplazamiento relativo de los terrones genera una fricción superficial con desplazamiento dentro del perfil lo que tiende a emparejar el micro relieve. A esto hay que agregar el efecto de vibración que tienen los dientes, el cual ayuda considerablemente a disgregar los terrones.

Penetración de las rastras de dientes

Las rastras de dientes flexibles y rígidos están diseñadas para trabajar en suelos previamente labrados a profundidades de 3 a 15 cm. Todos los dientes deben ser del mismo lago y la misma forma 4 fin de obtener una profundidad uniforme.
En las rastras de dientes rígidos, al inclinarlos hacia delante se obtiene mejor penetración, en posición vertical dan un movimiento máximo al suelo y una mayor fracturación de los terrones. Inclinados hacia atrás es mejor la acción niveladora.

El largo, forma, ángulo, punto de enganche y la velocidad de operación, son los cinco factores más importantes para obtener buena penetración.

Velocidad de operación

Igual que en todo trabajo con máquinas agrícolas, la velocidad se debe regular cuidadosamente de acuerdo con las condiciones del suelo. Si la rastra tiende a saltar o rebotar en algunas condiciones, deberá reducirse. En general se debe trabajar entre 6 y 12 km/h, lo que unido al ancho de trabajo da como resultado una muy buena eficiencia. Las velocidades altas en general dan mejor mullimiento, pero aumentan los requerimientos de potencia y el patinaje, y además hay más posibilidades de daños.

La operación de las rastras de dientes se puede hacer en cualquier sentido, pero resulta más fácil en el mismo sentido de la aradura para evitar arrastrar terrones y residuos

Fuerzas aplicadas al funcionamiento de las rastras

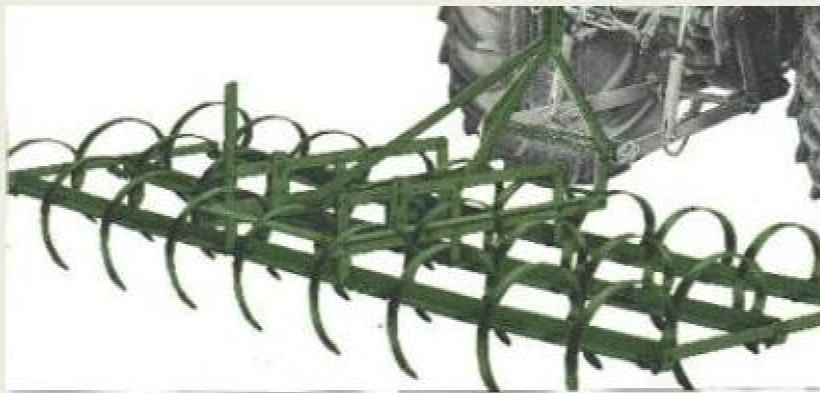


Figura 41. Enganche de una rastra bien nivelada en los brazos del tractor

Las rastras de dientes, integrales y de arrastre, generalmente más anchas que otros aperos, están construidas con un sistema de enganche centrado horizontalmente para evitar la carga lateral del tractor, el que también permite compensar el tiro vertical mediante tres o cuatro perforaciones verticales. Cuando el enganche se hace en el orificio superior, la rastra tiende a penetrar más en su sección frontal, y cuando se engancha en el orificio inferior tiende a levantarse en la sección frontal. Combinando el peso y la linealidad del enganche de manera que la rastra trabaje nivelada, se obtiene una profundidad uniforme y estabilidad en la conducción del tractor en línea resta (Figura 41).

Usos de las rastras de dientes

Las rastras de dientes flexibles y rígidos son herramientas que se emplean para trabajar el suelo superficialmente, principalmente para obtener una cama de semillas mullida y firme sin inversión, realizando una o más de las siguientes acciones:

- romper terrones,
- nivelar la superficie,
- suavizar y afirmar la superficie,
- cerrar bolsones de aire,
- controlar malezas,
- sacar raíces a la superficie y exponerlas al sol y,
- Trabajar en suelos pedregosos.

HERRAMIENTAS ROTATIVAS QUE ROMPEN Y MEZCLAN EL SUELO

Las rastras rotativas son aperos que se usan de preferencia después de la labranza primaria, y en algunos casos posterior a la siembra. Están formadas por elementos de acción rotativa que actúan por golpe y velocidad mediante cuchillas en forma de I o L accionados al ser arrastrados o mediante la TDF.

Trabajan a altas velocidades, generalmente integrales al tractor. Sus cuchillas o dientes tienen una acción muy efectiva aflojando la superficie del suelo, arrancando malezas y mezclando el perfil.

HERRAMIENTAS QUE COMPACTAN EL SUELO

Rodillos compactadores

En capítulos anteriores sé ha dicho que las rastras de discos y de dientes fundamentalmente fragmentan los agregados del suelo. Sin embargo, en algunos casos especiales de labranza es necesario hacer labores de compactación superficial y sub.-

superficial. Las herramientas para realzar labores de compactación superficial y sub.-superficial son llamadas rodillos compactadores (Figura 47).



Figura 47. Rastra de rodillos compactadores.

El órgano de acción de estas herramientas es un rodillo de fiero fundido liso, acanalado, dentado o con otras formas dispuestos en un eje. A1 avanzar presionan el suelo en forma superficial por su peso, al mismo tiempo que se rompen los terrones. El más común se conoce por rodillo corrugado debido al aspecto resultante a su paso sobre la superficie del suelo (Figura 48).



Figura 48. Aspecto del suelo al paso de un rodillo.

El propósito principal de pasar estas herramientas es fragmentar los terrones y afirmar la superficie del suelo, acciones que realizan mejor que cualquier otro apero de labranza. Así se obtiene una sementera firme con partículas finas que facilitan el movimiento del agua y el contacto del suelo con la semilla para obtener una germinación rápida, especialmente de las semillas pequeñas.

La selección del tipo rodillo depende de las condiciones del suelo y de los objetivos de la labor. Las ruedas de los rodillos están construidos de fierro fundido de diferentes configuraciones, cuyo diámetro será de 25 a 50 cm. Van colocadas en un eje común donde giran independientemente una de otra. Curiosamente algunas de estas herramientas tienen el nombre de por ejemplo, para de cuervo, en referencia a la forma como dejan su marca en la superficie del suelo.
Existe una gran variedad de tipos de rodillos compactadores cuya denominación es dada por la forma de sus anillos.

Rodillos lisos.

Llamado también compactador. Está compuesto por uno o varios cilindros de 40 a 60 cm de diámetro, con un peso de 150 a 200 Kg por metro. Tienen muy poco uso en agricultura por dejar la superficie muy lisa expuesta a la erosión eólica. Se una detrás del surco de siembra para tapar semillas (Figura 49).

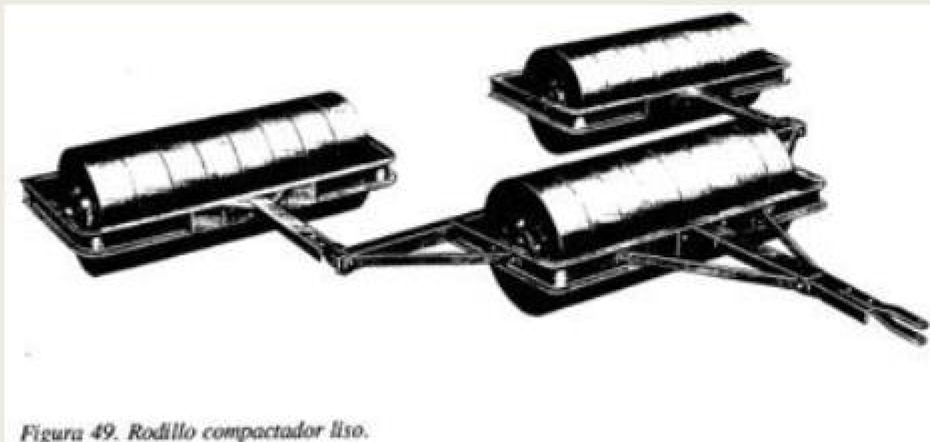


Figura 49. Rodillo compactador liso.

Rodillo pulverizador en V.

Llamado también acanalado. Está formado por una serie de anillos de fierro fundido huecos de 35 a 45 cm de diámetro, con un ancho de 10 a 15 cm por anillo y un peso de 150 a 200 Kg. por metro montados en un eje común. En su borde presentan una arista en

forma de V. El rodillo puede tener uno a más conjunto de anillos. Cuando tienen dos ejes están montados uno detrás del otro en forma descentrada de manera que trabajen traslapados dejando surcos diminutos (Figuras 50 y 51).



Figura 50. Rodillo pulverizador en V.



Figura 51. Rodillo pulverizador en V en trabajo.

Rodillo Cambridge .

Esta herramienta está compuesta por anillos de fundición muy similares al rodillo pulverizador en V, tienen de 20 a 30 cm de diámetro, son un poco más angostos, con un peso de 300 a 400 Kg. por metro. Entre cada anillo va colocado otro anillo de corona

dentada de mayor diámetro. Como consecuencia de la diferencia de diámetro entre ellos, estos giran a diferentes velocidades, de tal manera que tiene lugar un movimiento relativo distinto entre los anillos y las coronas evitando que se atasquen y desmenuzando en mayor grado los terrones (Figura 52).



Figura 52. Rodillo desterronador Cambridge.

Rodillo Crowfoot Packer.

Conocido como rodillo pata de cuervo. Está formado por una serie de rodillos de fundición dispuestos en un eje común con giro independiente uno del otro de 50 a 60 cm de diámetro, separados uno del otro. En su periferia presentan un perfil bicónico, o con nervios sobresalientes en forma de cuñas con un peso de 350 a 500 Kg por metro. Su mayor peso, separación y forma los permite moler grandes terrones sin apisonar la superficie, pero apretando las capas inferiores dejando la capa superior sin remover. Por tal razón se les llama rodillos de sub.-suelo o sub.-compactadores (Figuras 53 y 54).

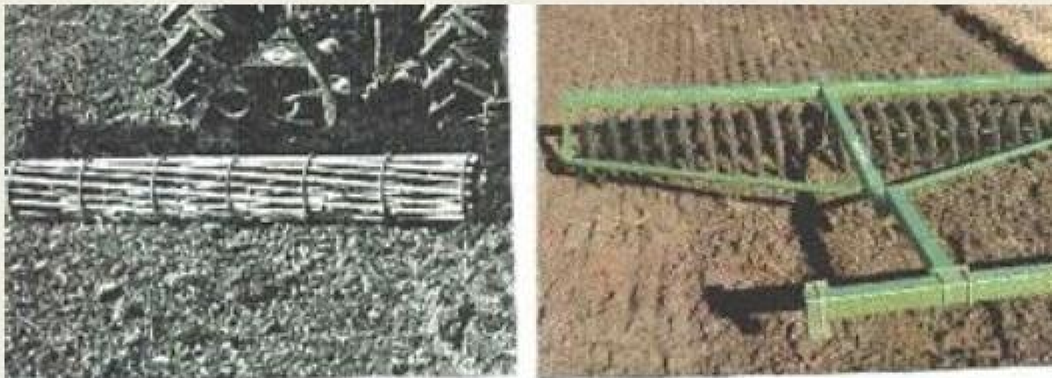


Figura 53. Rodillo de sub-suelo pata de cuervo.


Figura 54. Rodillo pata de cuervo acoplado detrás de un arado.

Rodillos jaula o de barras.

Formado por una serie de barras rectas o helicoidales montadas en forma de cilindro de diámetros entre 30 y 50 cm y anchos de 2,50 a 4,50 m. Trabajando con tres rodillos en tándem su ancho de trabajo puede llegar a 9,50 m (Figuras 55


Figura 55. Rodillos de barras.

La efectividad de los rodillos depende de varios factores, tales como el diámetro, velocidad, tipo de rodillos y condiciones del suelo. Un rodillo de menor diámetro penetra menos que uno de mayor diámetro. La velocidad de trabajo, varia de 4 a 8 km/h, siendo la más alta la de mayor efecto desterronador.

COMBINACIONES DE HERRAMIENTAS

Bajo esta denominación se incluyen todas aquellas herramientas compuestas por un conjunto de diferentes unidades funcionales, compatibles entre sí y dispuestas en una secuencia lógica de manera tal que trabajen el suelo en diferentes modalidades, ya sea con pequeña inversión, penetración vertical y compactación simultánea. Son de reciente desarrollo bajo la idea de reducir costos, disminuir pasadas, mejor utilización de la potencia del tractor y evitar la compactación del suelo (Figuras 56) .



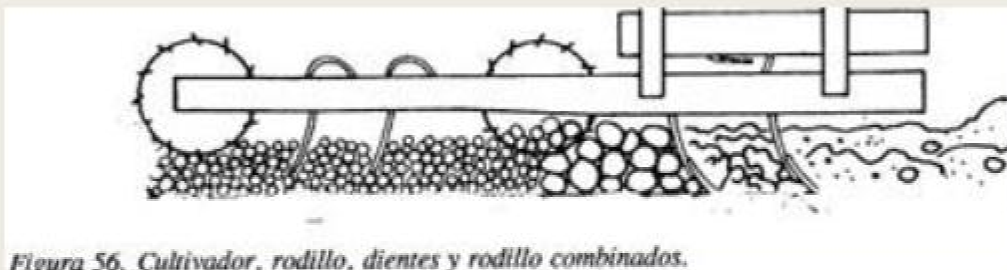


Figura 56. Cultivador, rodillo, dientes y rodillo combinados.

Las combinaciones de muchos de estos aperos resultan complejas y difíciles de seleccionar. Su clasificación se hace atendiendo a diferentes criterio, por la forma o secuencia de trabajo de sus componentes, como puede verse en las figuras 57 y 58.



Figura 57. Combinación de rodillos y dientes.

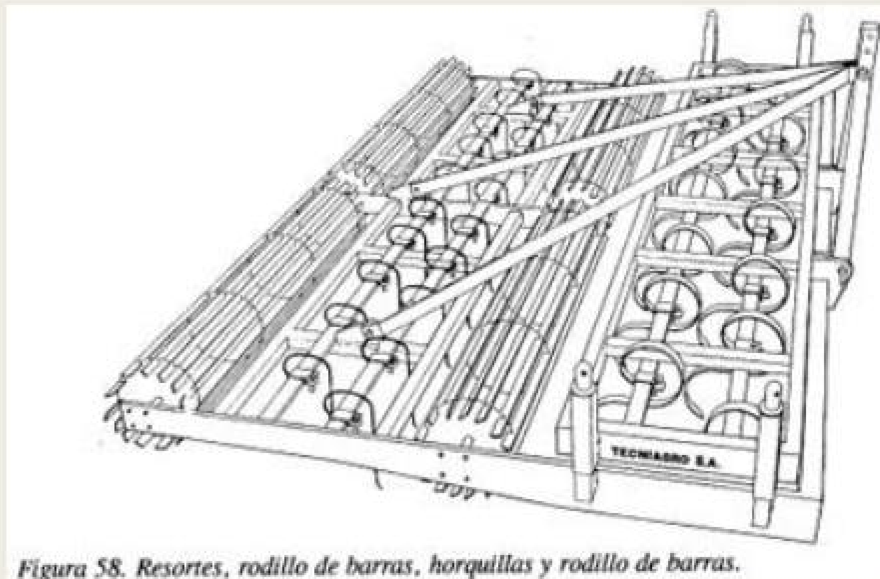


Figura 58. Resortes, rodillo de barras, horquillas y rodillo de barras.

HERRAMIENTAS PARA SURCAR Y FORMAR PLATABANDAS

En un suelo que está listo para realizar la siembra, suele ser necesario regar para mejorar el contenido de humedad, o formar plataformas para realizar siembras sobre conformaciones especiales del suelo, como es el caso de algunas hortalizas.

Surcos para riego o siembra

Cuando un suelo está listo para sembrar y el contenido de humedad es bajo, la mejor solución sería el riego por aspersión, pero por diferentes motivos esto no es siempre posible. La solución para agregar agua más apropiada es regar mediante pequeños surcos para dar una humedad homogénea. Posteriormente una labranza con rastra liviana es suficiente para sembrar



Fivura 59. Surcador de vertederas.

Los surcos se construyen mediante una barra porta herramientas provista de varios surcadores distanciadas convenientemente entre sí. El elemento de acción puede ser de vertederas o de discos (Figura 59).

Los surcos también se emplean para efectuar siembras sobre ellos en zonas de lluvias cuando el drenaje de superficie es un problema o en zonas de secano en el fondo del surco para aprovechar mejor la humedad. Pasando un tablón pesado por sobre los camellones estos son analizados pudiendo formar platabandas (Figura 60).



Figura 60. Siembra sobre surcos previamente construidos

Surcadores de vertederas.

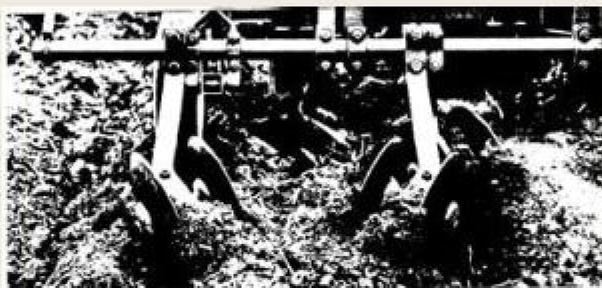
El surcador está formado por dos pequeñas vertederas opuestas una al lado de la otra con el objetivo de echar la tierra hacia ambos lados. Cada cuerpo está montado a una barra en la cual es posible regular su separación para determinar la distancia entre cada surco (Figura 61).


Figura 61. Formas de los surcadores de vertederas.

El número de surcos hechos por pasada está limitado a la potencia de tractor y al ancho de la barra porta herramientas, siendo los números de 4, 6, 8 los más convenientes.

Se han diseñado diferentes formas y tamaños de vertederas para trabajar en una gran variedad de condiciones del suelo y diferentes velocidades. El ángulo entre las vertederas, su alto y curvatura son muy importantes. Regulando su inclinación se pueden trabajar en las más variadas condiciones del suelo.

Surcadores de discos.


Figura 62. Surcador de discos.

Están formados por dos parejas de discos de diámetros entre 40 y 50 cm, espaciados a 20 cm, colocados alternados u opuestos en una barra porta herramientas, lo que permite regular la distancia entre surcos (Figura 62).

Los surcadores de discos consumen menos potencia, trabajan a mayor velocidad, dejan el suelo más mullido especialmente si se está preparando para siembra en sistema de surcos, y además, pasan libremente por sobre los obstáculos. Su precio sí es mayor.

Formadores de platabandas

En cultivo de algunas hortalizas es preferible conformar el suelo de forma especial para su germinación y posterior desarrollo. La siembra puede ser directa y de transplante.
Los principales objetivos para construir las platabandas son el control de malezas y facilitar en volumen justo y rápido. La forma y tamaño de las platabandas es muy variable

Dependiendo su tamaño del cultivo y muchas veces del sistema de cosecha que se realice especialmente si este es mecanizado (Figura 63).



Figura 63. Cultivo de tabaco en camellones.

Formador de platabandas.

Estas herramientas están constituidas por una estructura metálica en la cual se ubican a conveniente separación surcadores de vertedera o patines, bajo una placa que hace las veces de niveladora dejando el suelo plano con surcos intercalados (Figura 64).

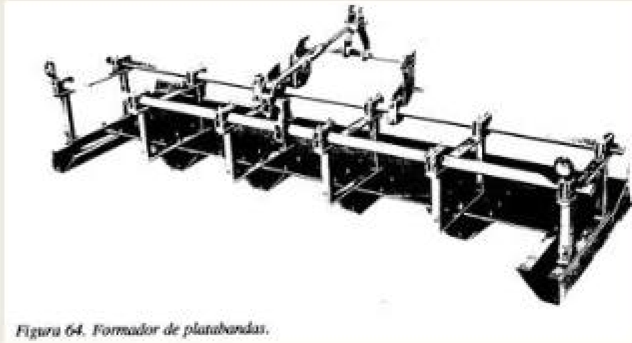


Figura 64. Formador de platabandas.

También existe la posibilidad de fumigar simultáneamente el suelo mediante un aditamento que coloque el fumigante en una misma pasada (Figura 65).



Figura 65. Formador de platabandas y fumigador de suelo

Formador de camellones.



Figura 66. Formador de camellones.

En esta herramienta que se muestra en la figura 66 se han combinado un abre surco de vertederas colocado en la parte frontal y un tabor de presión colocado atrás entre las vertederas para dar forma a un camellón redondo (Figura 66).

LABRANZA SECUNDARIA DESPUÉS DE LA SIEMBRA

Él termino "pasar el cultivador" es muy empleado por los agricultores. Son aquellas labores que se efectúan en los cultivos sembrados en hileras anchas como maíz, remolacha, maravilla, cuando las plantas tienen cuatro a seis hojas (Figura 67)



Figura 67. Pasar el cultivador en maíz.

Los fines principales para realizar el cultivo entre las hileras son:

- Controlar malezas,
- hacer surcos para el riego,
- incorporar fertilizantes y,
- airear el suelo rompiendo costras.

Los cultivadores se emplean normalmente en presencia de malezas y de la planta cultivada muy joven a la cual no hay que ocasionarle daño. Por tal razón la acción del cultivador depende de 1a diferencia de desarrollo de las malezas y de la planta cultivada, lo que puede llamarse "resistencia diferencial". Cuando la maleza está pequeña, el daño al cultivo será menor. El paso oportuno del cultivador resulta muy importante, puesto que si crece mucho la maleza resulta imposible trabajar.

HERRAMIENTAS PARA LA LABRANZA DESPUÉS DE LA SIEMBRA

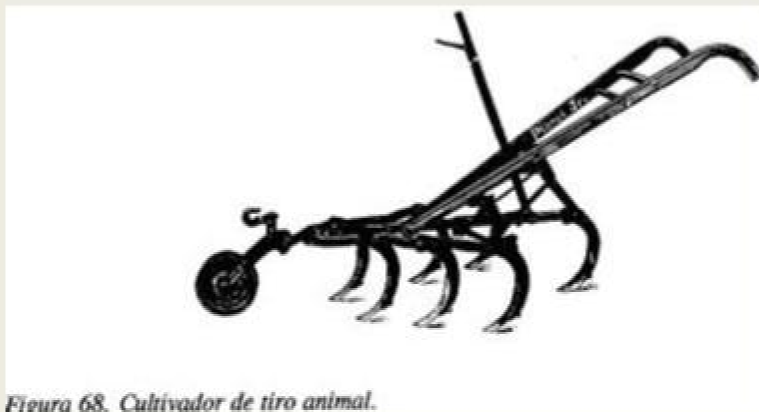
El nombre más empleado para nominar a estas herramientas es el de cultivador:

Tipos de cultivadores

Existe una gran variedad de tipos y formas de cultivadores. La forma de su tracción, animal o motorizada, su forma de montaje en los tractores y su forma constructiva, son factores a tomar en cuenta en su clasificación.

<u>Cultivadores de tiro animal</u>.

En un marco en forma de triángulo y provisto de manceras para su dirección por un operario, se montan los escardillos. Enfrente hay una rueda que sirve de guía y control de la profundidad. Mediante una palanca se controla la inclinación de los escardillos (Figura 68).



Fieura 68. Cultivador de tiro animal.

<u>Cultivadores motorizados mediante un tractor</u>.



Figura 69. Tractor trabajando entre las hileras.

Trabajar con cultivadores montados en un tractor resulta mucho más complicado que trabajar con otras herramientas de labranza. El tractor debe avanzar por entre las hileras sin dañar a las plantas y por lo tanto hay que tener presente dos situaciones que no se pueden omitir (Figura 69).

- Trabajar con un tractor de trocha ajustable y neumáticos angostos y,
- cultivar por pasada el mismo número de hileras sembradas.

En la mayoría de los tractores es posible efectuar ajustes en su trocha de manera que pueden circular por entre las hileras. Estos ajustes, por diferentes métodos, es posible tanto en las ruedas traseras como en las delanteras. El ajuste de la trocha, más los neumáticos angostos evita que se dañen por este motivo las plantas de las hileras. Pueden ser dañadas por un mal ajuste del cultivador. En cada pasada se debe trabajar el mismo número de hileras sembradas, para una coincidencia entre lo sembrado y cultivado.

1. Cultivadores de montaje trasero. Se enganchan en los brazos del sistema hidráulico. Su posición resulta un tanto por que el conductor tiene que mirar constantemente hacia atrás para que no se acerquen los escardillos hacia las hileras (Figura 70).

2. cultivadores de montaje delantero. Se montan delante de las ruedas delanteras o entre las ruedas, en la parte central del tractor. Esta posición del cultivador tiene la ventaja que permite al operador controlar permanentemente el trabajo de los escardillos y la dirección de avance. Su instalación resulta un poco más complicada y demorosa que los de montaje trasero (Figura 71).

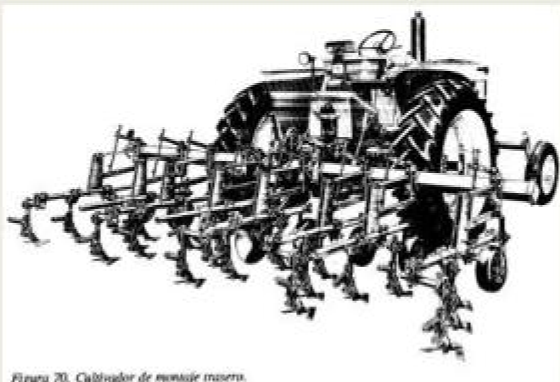


Figura 70. Cultivador de montaje trasero.

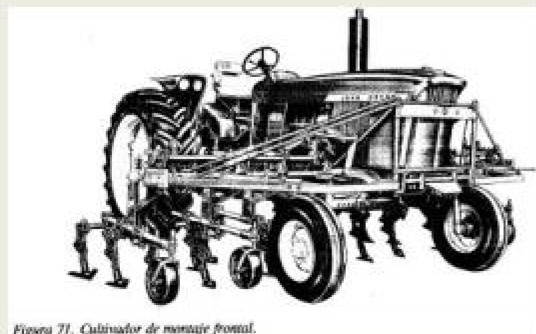


Figura 71. Cultivador de montaje frontal.

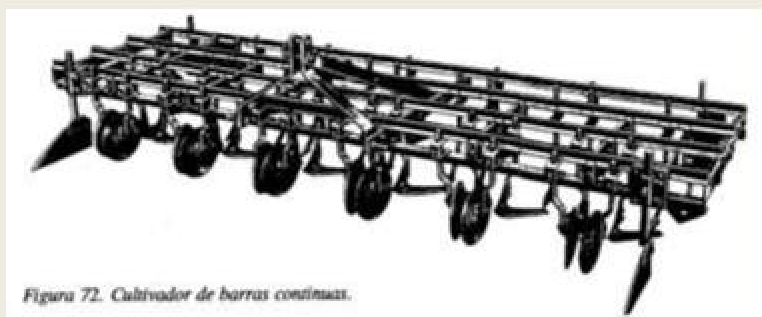
Formas de las barras de soporte y de los cuerpos

El tamaño y forma constructiva de los cultivadores en hileras se especifica por el número hileras que pueden cubrir por pasada, y por la forma en que se montan los aparejos en las barras portantes.

El número de hileras que trabaja un cultivador puede variar de una hilera, generalmente de tiro animal, hasta 16 hileras distanciadas entre sí de 35 105 cm. Los elementos cultivadores pueden estar montados en una barra continua o en grupos de unidades independientes entre cada par de hileras.

1. <u>Cultivador de barra continua</u>.

Este cultivador está diseñado para montar los órganos de trabajo que actúan en el suelo en una barra recta fija y rígida. Por su especial diseño, se emplean en cultivos de remolacha, hortalizas etc., sembradas en suelos livianos o en configuraciones de camellones, con anchos diferentes y prácticas distintas de cultivo. Esto permite ajustes más fáciles del cultivador y muchas variaciones en las acciones que realice en el suelo.
La mayoría está formado por tres o cuatro barras que permiten ordenar los escardillos según las necesidades. Su ancho puede ser para cuatro o seis hileras distanciadas entre 50 y 70 cm. Es conveniente usar protectores de cortina o de discos entre las hileras para evitar cubrir las plantas con tierra. También se usan ruedas de control de la profundidad y aletas estabilizadoras para mantener el cultivador en línea detrás del tractor (Figura 72).


Figura 72. Cultivador de barras continuas.

En un cultivador de bara continua se puede instalar una gran variedad de órganos de acción, los que se pueden clasificar según si el corte es vertical, extirpadores cuando la acción es horizontal y cultivadores cuando remueven y trasladan el suelo. Todos trabajan a profundidades no mayores de 2 a 4 cm (Figura 73).

2.Cultivadores de cuerpos oscilantes.

Este es el cultivador más común usado. Su empleo es posible en una gran variedad y condiciones de suelo.

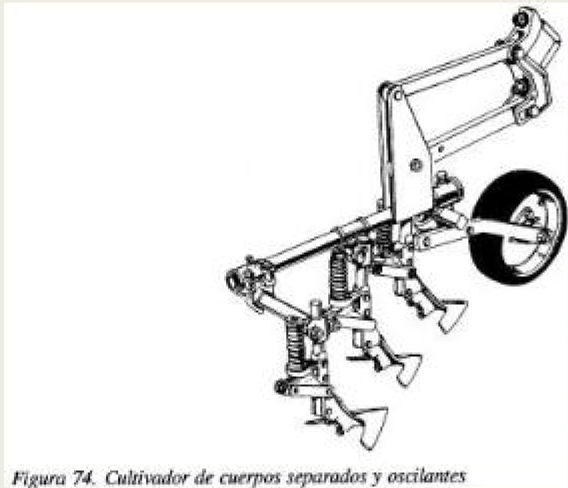
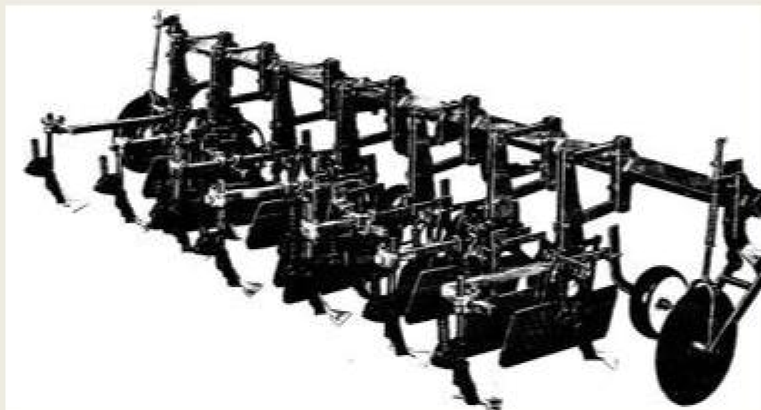


Figura 74. Cultivador de cuerpos separados y oscilantes

Los cuerpos portantes de los escardillos funcionan en forma independiente entre cada par de hileras. Para esto cada cuerpo está provisto de un brazo oscilante en el sentido vertical, mediante un resorte y una rueda de control de profundidad y dirección. De este modo, cada cuerpo sigue las desigualdades de terreno sin influencia sobre los elementos de las secciones vecinas (Figura 74).

Cada cuerpo esta adosado a una barra porta herramientas en la que se regula la separación de los cuerpos de acuerdo a la distancia entre las hileras, pudiéndose colocar dos cuerpos por hilera cuando la separación entre ellas es muy ancha.

Los elementos de acción en el suelo se llaman escardillos o puntas. Se deben seleccionar de acuerdo con las necesidades de escarda o surcado y hacer las regulaciones que se citarán más adelante.



Es recomendable considerar siempre trabajar el mismo número de hileras, coincidiendo, al entrar a cultivar, con las hileras sembradas. La siembra para ser escardada con cultivador deberá ser sembrada utilizando en la sembradora los marcadores para tener mayor seguridad en el paralelismo entre las hileras.

Distribución de los órganos de trabajo

El operador de un cultivador deberá trabajar con sumo cuidado de manera de obtener siempre resultados satisfactorios, sin daño al cultivo. Para lograr estos objetivos es absolutamente indispensable ordenar la distribución, separación, inclinación respecto al suelo y la profundidad de trabajo de los escardillos.

1.<u>Reparto de los escardillos</u>.

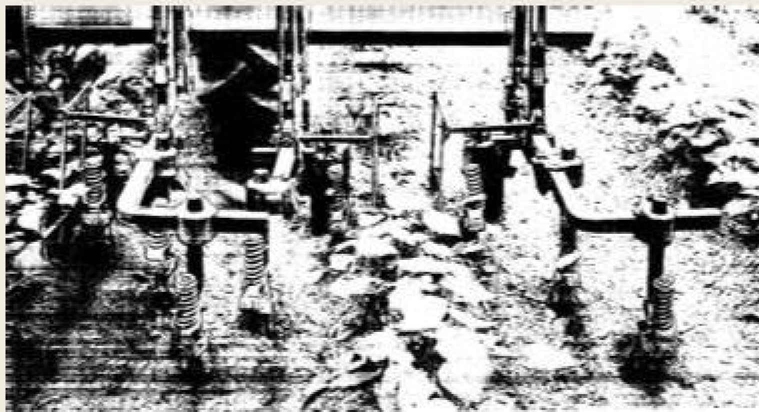


Figura 75. Distribución de los escardillos.

En cada entre línea hay que ordenar en número y disposición variable según el ancho de las hileras y la naturaleza de la labor que se desee efectuar. El tipo de malezas presente obliga a disponer los escardillos paralelos al suelo para que corten y laboren toda la entre línea, teniendo cuidado de colocar escardillos especiales, en mitades, al lado de las plantas (Figura 75) .

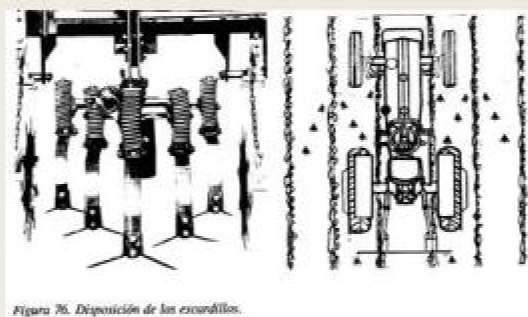


Figura 76. Disposición de los escardillos.

El ajuste preliminar de los escardillos se deberá efectuar primero en suelo plano, marcando en el piso líneas que simulen el cultivo. El conjunto de barras y su disposición permite ordenar las puntas en gran variedad de formas (Figura 76).

2.<u>Profundidad de trabajo</u>.

En los cultivadores de barra continua, la regulación es individual para cada escardillo, debiéndose efectuar por separado para cada una y para cada línea.

En los cultivadores de cuerpos oscilantes, la regulación es individual para cada escardillo y para cada cuerpo en particular, pero en estos cultivadores existe una rueda para cada cuerpo que mantiene la uniformidad en la profundidad de la labor.

Por lo general, la profundidad de la labor de cultivar no va más allá de los 3 cm. Una labor más profunda puede llevar a la superficie semillas de malezas enterradas que pueden germinar.

3.Ángulo de inclinación de los escardillos.

Entre los ajustes que es posible hacer en la mayoría de los cultivadores esta su inclinación y altura para adecuarlas a casi cualquier tipo de condiciones del suelo y del cultivo.
La inclinación debe estar ajustada en el ángulo adecuado para que los escardillos penetren adecuadamente. Una punta demasiado alta puede llevar a los escardillos fuera de la hilera y producir un desgaste en sus alas. Si el escardillo está inclinado hacia delante, penetra en exceso con desgaste mayor en la punta. También se aumenta la dificultad para mantener el control de la profundidad, dando como resultado un rebote de la herramienta. Con 3 a 6 mm de inclinación en el escardillo se obtiene un buen trabajo (Figura 77).

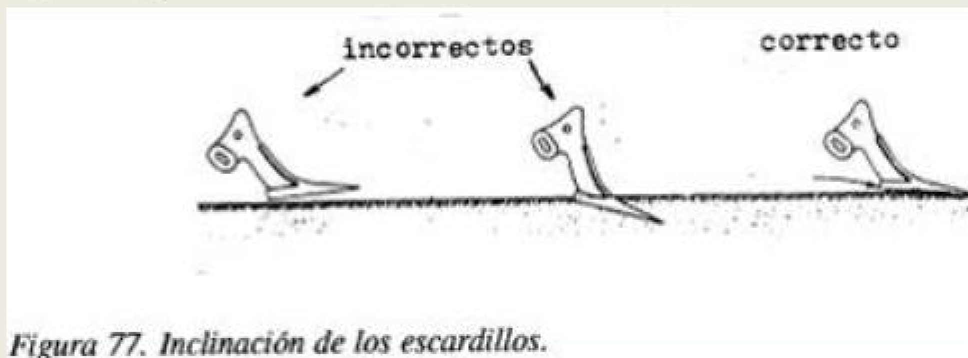


Figura 77. Inclinación de los escardillos.

Acciones de los escardillos en el suelo

Los elementos de trabajo en contacto con el suelo varían en su forma y tamaño en función de la labor que se desea realizar. Su uso depende del cultivo, de las malezas presentes,

del tipo de suelo y de las condiciones de humedad. En general, estos órganos de trabajo se llaman puntas, dientes o escardillos y están diseñados para extirpar malezas, escarificar y surcar el suelo para el riego.

1.Puntas extirpadoras.

Su labor principal es controlar malezas; por lo tanto, trabajan generalmente a poca profundidad. Su disposición traslapada permite el control de las malezas a su paso. Están diseñadas en distintas configuraciones para cortar, mezclar y permitir un buen flujo. Pueden tener alas anchas o cortas, ser más planas o altas, lo que permite distintos usos y espaciamiento. Existen puntas de mitad para ser colocadas al lado de las hileras para que no desplacen suelo sobre las plantas pequeñas (Figura 78).

a. **Puntas universales.** Su corona es de ángulo bajo y alas cortas para una limpieza rápida y trabajar a alta velocidad (1 Figura 78).

b. **Puntas mezcladoras**. Su corona es de ángulo bajo y alas largas las que producen un ligero movimiento del suelo (2, 3 Figura 78).

c. **Puntas de uso general**.

Su corona es de ángulo alto y alas más largas y angostas para un buen flujo del suelo (4,5 Figura 78).



Figura 78. Diferentes puntas extirpadoras.

2. <u>Cuchillas desmalezadoras</u>.

Esta punta en forma de cuchilla corta en forma paralela a la superficie del suelo a poca profundidad. Están disponibles para instalarlas para trabajar hacia la izquierda o hacia la derecha con perforaciones para su ajuste (Figura 79).

a. **<u>Cuchillas desmalezadoras torcidas redondas</u>**. Tienen una forma redondeada lo que permite proteger las raíces superficiales (1 Figura 79).

b. **<u>Cuchillas desmalezadoras torcidas rectas</u>**. Cortan mejor en suelos más duros (2 Figura 79)

c. **<u>Cuchillas desmalezadoras torcidas rectas de punta baja</u>**. Presentan una punta baja doblada en ángulo recto de 15 a 20 cm de largo. Trabajan muy bien cercano a las hileras (3 Figura 79

d. **<u>Cuchillas de forma curvo</u>.** Se usan para cortar malezas muy tupidas gruesas y desarrollas sin dañar a las plantas pequeñas cultivadas (4 Figura 79).

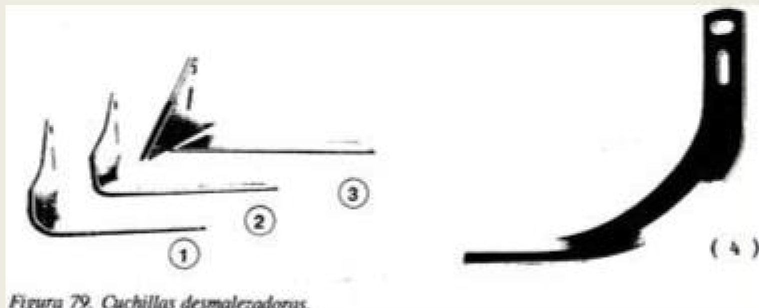


Figura 79. Cuchillas desmalezadoras.

3. <u>Puntas escarificadoras</u>.

Presentan un diseño de punta simple o doble con el objetivo de prolongar su vida útil invirtiendo su posición. Se usan para aflojar el suelo con un mínimo de movimiento (Figura 80).

a. **Punta de lanza**. Se usa para controlar malezas cuando éstas están pequeñas (2 y 3 Figura 80)

b. **Puntas dobles**. Se emplean para escarificar profundo (4, 4 y 5 Figura 80).

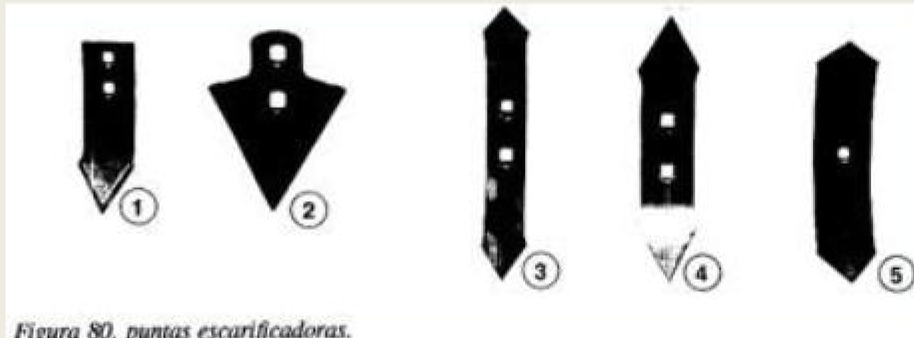


Figura 80. puntas escarificadoras.

5. Escardillos rotativos.

Los elementos de escarda giratorios son los medios más rápidos y económicos para el cultivo después de la siembra. Se pueden utilizar cuando las malezas están pequeñas. Los tipos más empleados son el azadón giratorio y los cultivadores giratorios (Figuras 82).

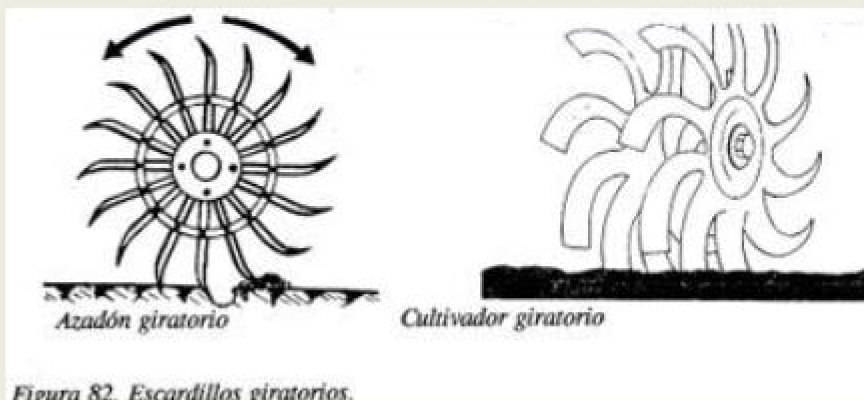


Figura 82. Escardillos giratorios.

a. **Azadón giratorio.** Esta herramienta está concebida para trabajar toda la superficie del suelo. Está formada por un conjunto de ruedas en forma de estrella de varias puntas con

dientes de horquillas, de diámetros entre 45 y 55 cm, ordenadas en su eje una al lado de la otra, separadas entre 10 y 18 cm. Cada rueda cuelga de un vástago cargado mediante un resorte, lo que le permite levantarse o bajarse individualmente al trabajar suelos disparejos, o sobre pasar obstáculos. De este modo cada estrella gira libremente en su eje horizontal, perpendicularmente a la dirección de avance. Al girar y avanzar, cada diente penetra unos pocos centímetros en el suelo arrastrando una fina capa de suelo que cae detrás de ella. Su penetración es función del peso y de la velocidad (Figura 83).



Figura 83. Azadón giratorio.

El trabajo con esta herramienta se deberá efectuar cuando la planta cultivada esté bien arraigada y no pase de los 10 cm de altura y las malezas estén de menor tamaño. La velocidad apropiada se estima de 8 a 10 km/h.

b. **Cultivador giratorio**. Esta herramienta está diseñada para trabajar en las entre líneas de los cultivos sembrados en hileras separadas. Cada cuerpo está formado por un conjunto de estrellas con dientes cortadores curvos y planos ubicados radial mente que giran al revés de los azadones.



Figura 84. Cultivador giratorio.

Los dientes están diseñados para cortar hacia la izquierda o hacia la derecha. Se puede trabajar muy cerca de las hileras, como único elemento o confinado con otros escardillos (Figura 84).

Los elementos giratorios levantan el suelo desarraigando las malezas pequeñas y cortando las grandes. Es posible ajustar el ángulo de las cuchillas para mover el suelo hacia delante o para separarlo de las hileras. También se pueden equipar con protectores para evitar que las plantas de la hilera con poco desarrollo sean tapadas (Figura 85).



Figura 85. Cultivador giratorio.

c. **Cultivador -giratorio motorizado**. Este apero funciona conectado a la TDF del tractor. Esta formado por un conjunto de rotores de construcción muy similar a una fresadora, los que trabajan separadamente en cada entre líneas. El rotor tiene cuchillas en forma de C o L que funcionan bajo un protector, las que según su disposición pueden seguir la conformación de los surcos. La herramienta mulle el suelo, controla malezas, incorpora herbicidas y fertilizantes en una sola operación (Figura 86).

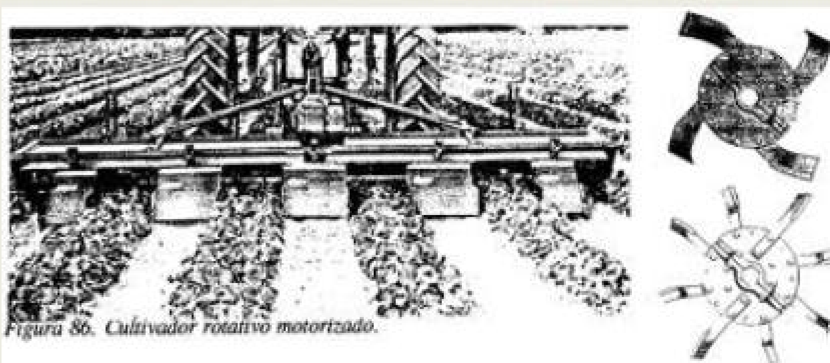


Figura 86. Cultivador rotativo motorizado.

Complementos de los cultivadores

Existe una gran variedad de accesorios necesarios para un buen desempeño de los cultivadores. Los más importantes son los vástagos de conexión y los protectores.

1. Vástagos o soportes.

Son las piezas que con distintos diseños y tamaños conectan los escardillos con el bastidos y permiten los ajustes de posición entre ellos.

a. **Vástagos flexibles**. Estos brazos son recomendables para prácticamente todas las situaciones. Dado que son elásticos se encuentran en permanente vibración, lo que hace que el suelo quede más mullido. Presentan además la ventaja que se desconectan, mediante un resorte, cuando topan con algún obstáculo (Figura 87, 1, 2,9 y 10).

b. **Vástagos rígidos**. De forma recta o curvada, no tienen elasticidad, de manera que no se adaptan en suelos con obstáculos. Trabajan muy bien en suelos mullidos y nivelados en siembras de remolacha y hortalizas adaptándose incluso a la forma de los camellones y espaciamiento de las hileras (Figura 87, 3, 4, 5, 6, 8 y 10).

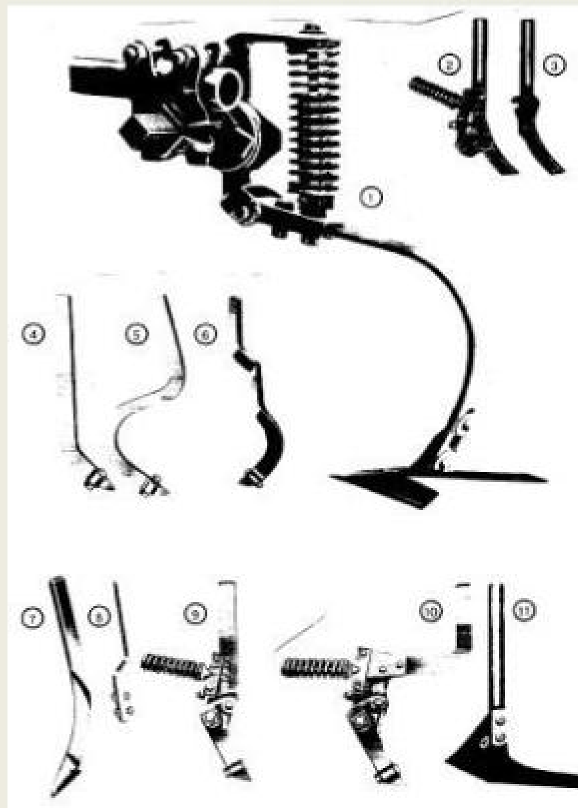


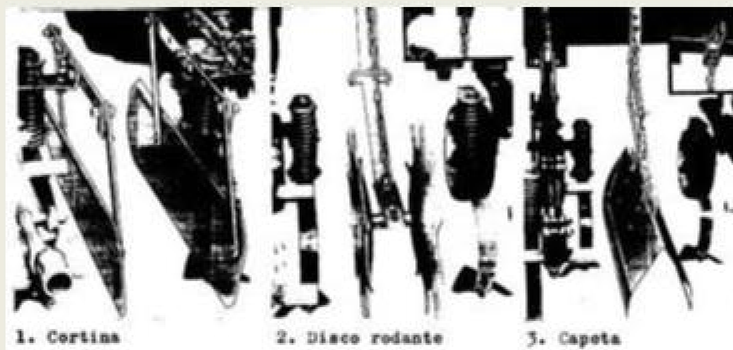
Figura 87. Vástagos y soportes de un cultivador.

2. Protectores de las hileras.

Para evitar cubrir con tierra que salta al paso de los escardillos a las plantas de las hileras, puede ser necesario usar cortinas protectoras. Estas se conectan y alinean en el bastidor del cultivador. os protectores según su diseño permiten el paso libre de las hileras . Se deberán ajustar a las condiciones del cultivo y a la separación de las hileras cultivadas (Figura 88).

a. **Protectores de cortina plana**. Formado por dos placas planas colocadas paralelamente a las hileras (Figura 89,1)

b. **Protectores rodantes.** Formados por dos discos dentados colocados paralelos a las hileras (Figura 89,2)
c. **Protectores de capota**. Tienen la forma de un pequeño techito cubriendo la hilera dando la máxima protección (Figura 89, 3).



3. Ruedas de control de profundidad.

Trabajar a una profundidad adecuada es fundamental para controlar las malezas y no arrastrar la tierra, a fin de no producir daño en las raíces de la planta. Los ajustes que cada cultivador tiene, permiten bajar o subir las herramientas para adecuarlas a las condiciones de las malezas y del cultivo.

Las ruedas de control de profundidad se instalan en los cultivadores de barra continua como en los de cuerpos oscilantes. En el caso de los cultivadores continuos, aquellas van es la extremosa de éste; en los cultivadores de cuerpos oscilantes, cada uno tiene su propia rueda.

4. Discos guías.

Estos elementos instalados de modo adecuado permiten que el cultivador siga al tractor en los giros y estabiliza la unidad lateralmente. Se ajustan a poca profundidad solamente para mantener el control.

Ajustes y operación de los cultivadores

Los ajustes y la operación de un cultivador es uno de los trabajos que hay que realizar con mucho cuidado. En resumen los más importantes son:

- Adecuar el cultivador a la separación de las hileras,
- seleccionar el tipo de escardillos,
- disposición de los escardillos,
- inclinación de los escardillos,
- ubicación de los protectores,
- profundidad de trabajo,
- posición relativa horizontal al suelo y,
- trabajar a velocidades adecuadas.

UNIÓN DE LAS HERRAMIENTAS CON EL TRACTOR

Los métodos que se emplean para unir las herramientas al tractor son el arrastre mediante la barra de tiro, o acoplarlas en las barras del sistema hidráulico de tres puntos. Las primeras son aperos de arrastre y las segundas se llaman integrales. Estas formas de

unión como sus regulaciones son muy importantes para su buen desempeño y el rendimiento del tractor.

1. <u>Herramientas de arrastre</u>.

Se llaman también de tiro. Se unen al tractor mediante la barra de tiro de éste y la barra de la herramienta. Su peso total es soportado por las ruedas de la herramienta, por lo general dos. Un cilindro hidráulico o un tornillo, permite bajar o subir el apero para ponerla en trabajo (Figura 90).

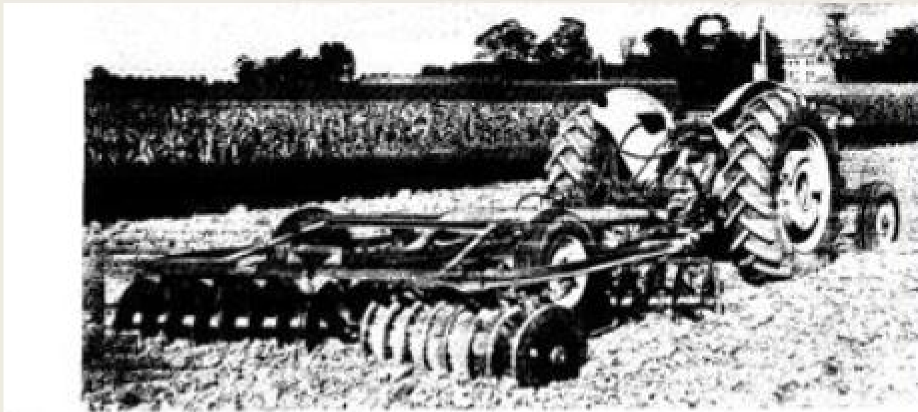


Figura 90. Rastra de discos del tipo de arrastre.

Las herramientas de tiro tienen las siguientes ventajas:-

- Su enganche resulta muy fácil mediante un pasador que une ambas barras. La barra en la herramienta puede tener regulación para adecuar la linealidad del enganche.

- trabajan a profundidad más uniforme,

- tiene la posibilidad de engancharse una detrás de otra para hacer combinaciones de aperos para trabajar con métodos de labranza mínima

2. Herramientas integrales.

Estos aperos se unen al tractor mediante los tres brazos del sistema de levante hidráulico, formando un solo cuerpo con el tractor (Figura 91)

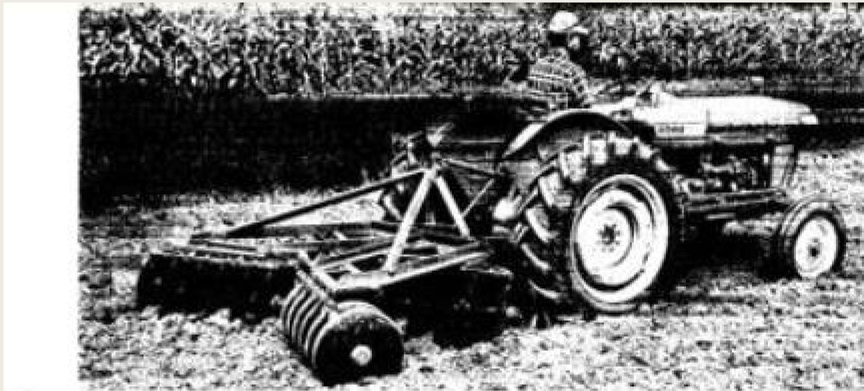


Figura 91. Herramienta integral.

Las herramientas integrales al tractor presentas las siguientes ventajas y desventajas:

- Son muy maniobrables y convenientes para trabajar en espacios reducidos,

- producen trasferencia de peso desde la herramienta a las ruedas traseras, mejorando la adherencia de éstas, y por lo tanto disminuyen el patinaje. Sin embargo, esta transferencia está limitada por la necesidad de mantener las ruedas delanteras en el suelo pata tener un adecuado control de la dirección.
- son levantados y bajas con gran facilidad,
- cuando se trabaja con el control de profundidad la herramienta sigue las ondulaciones del terreno. dando una labor uniforme,

- el traslado por caminos a mucha velocidad resulta peligroso por la pérdida de adherencia de las ruedas delanteras.

Manejo de la combinación tractor herramienta

Cuando se engancha una herramienta a un tractor para realizar una acción determinada con el máximo rendimiento, se debe considerar los siguientes factores:

- Las acciones que realiza la herramienta,
- el estado del suelo,
- trabajar a la velocidad adecuada y,
- el tractor no debe sobrecargarse.

La naturaleza del trabajo y la potencia disponible resultan las condicionantes más importantes para realizar las operaciones con el máximo rendimiento y el menor costo. La potencia disponible en el tractor y la posible combinación con el apero resulta entonces determinada por:

- El esfuerzo del tractor para trasladar su peso y el del apero y,
- el esfuerzo para impulsar el apero en su trabajo útil.

Trabajando sobre el suelo, en todas las condiciones y en todos los tractores se disminuye la potencia de tiro. Para calcular aproximadamente la potencia de tiro disponible y su relación con la potencia máxima hay que usar un factor (Cuadro 2).

CUADRO 2. POTENCIA UTILIZABLE DE UN TRACTOR EN LA BARRA DE TIRO.

Condición de suelo	**HP utilizables % HP de la TDF**
Suelo firme	67
suelo mediano, empastada	56
suelo suelto	48

Todo suelo presenta resistencia al corte para las herramientas de labranza. Se expresa en kilográmetros por centímetro cuadrado o en metros por ancho de trabajo, indicadas en el cuadro 3.

CUADRO 3. RESISTENCIA DEL SUELO AL CORTE

Tipo de suelos	Resistencia (Kg/cm2)
arcillosos	0,6 - 0,9
limosos	0,3 - 0,6
arenosos	0,2 - 0,4

Capacidad del conjunto tractor-herramienta

La capacidad de trabajo del conjunto es un índice de su rendimiento expresado en la cantidad de tiempo que se demora en realizar un trabajo. En trabajos con aperos que se desplazan por sobre el suelo se expresan en horas por hectárea (h/ha) o hectáreas por hora (ha/h). Cuando se expresa en ha/h, o sea, rendimiento, los factores más importantes que hay que considerar son:

- La velocidad,
- el ancho de trabajo y,
- la eficiencia.

Velocidad. La velocidad a la cual se desplaza la combinación tractor herramienta deberá estar acorde con la naturaleza. del trabajo, nunca en exceso porque se producen fallas prematuras tanto en el tractor como en los aperos y la labor puede quedar mal hecha. Cuando se rastrea a alta velocidad, ésta ayuda a obtener una mejor pulverización, pero también levanta los cuerpos de la rastra quedando la labor a menor profundidad y dispareja. a fuerza de tiro y el patinaje son superiores.

Ancho de trabajo. entra más ancha es la herramienta mayor será su capacidad. Lo importante es usar su ancho máximo para lograr la mayor eficiencia. Conociendo la velocidad y el ancho de trabajo se determina la capacidad teórica (CT).

$$CT = \frac{V \times 1.000 \times a}{10.000}$$

donde:

CT = Capacidad teórica de trabajo

V = Velocidad de la combinación tractor apero en km/h

a = ancho de trabajo en m

10.000 = 1 hectárea.

Trabajando con maquinaria agrícola es imposible mantener la capacidad teórica durante períodos prolongados, porque entre otras demoras hay que parar para limpiar los discos, efectuar los virajes en los cabezales del potrero, y hacer revisiones en el funcionamiento. Por eso la capacidad efectiva resulta siempre menor.

Capacidad del conjunto tractor-herramienta

La capacidad de trabajo del conjunto es un índice de su rendimiento expresado en la cantidad de tiempo que se demora en realizar un trabajo. En trabajos con aperos que se desplazan por sobre el suelo se expresan en horas por hectárea (h/ha) o hectáreas por hora (ha/h). Cuando se expresa en ha/h, o sea, rendimiento, los factores más importantes que hay que considerar son:

- La velocidad,
- el ancho de trabajo y,
- la eficiencia.

Velocidad. La velocidad a la cual se desplaza la combinación tractor herramienta deberá estar acorde con la naturaleza. del trabajo, nunca en exceso porque se producen fallas prematuras tanto en el tractor como en los aperos y la labor puede quedar mal hecha. Cuando se rastrea a alta velocidad, ésta ayuda a obtener una mejor pulverización, pero también levanta los cuerpos de la rastra quedando la labor a menor profundidad y dispareja. a fuerza de tiro y el patinaje son superiores.

Ancho de trabajo. entra más ancha es la herramienta mayor será su capacidad. Lo importante es usar su ancho máximo para lograr la mayor eficiencia. Conociendo la velocidad y el ancho de trabajo se determina la capacidad teórica (CT).

$$CT = \frac{V \times 1.000 \times a}{10.000}$$

donde:

CT = Capacidad teórica de trabajo

V = Velocidad de la combinación tractor apero en km/h

a = ancho de trabajo en m

10.000 = 1 hectárea.

Trabajando con maquinaria agrícola es imposible mantener la capacidad teórica durante períodos prolongados, porque entre otras demoras hay que parar para limpiar los discos, efectuar los virajes en los cabezales del potrero, y hacer revisiones en el funcionamiento. Por eso la capacidad efectiva resulta siempre menor.

Capacidad efectiva

Es el trabajo real que se obtiene en un determinado período. La capacidad efectiva y su relación con la capacidad teórica determina la eficiencia.

Eficiencia. Es la habilidad para realizar un trabajo. Depende en gran medida en la pericia en la operación. Gran parte del tiempo " muerto " se pierde por mala organización y manejo descuidado. Por esto los mayores causantes de una mala eficiencia son

- capacidad sin usar,
- condiciones del campo,
- hacer ajustes y reparar averías,
- virajes en los extremos del campo,
- equipos mal combinados,
- des atascamientos de mecanismos y,

- descanso del operador.

CUADRO 4. Rangos de eficiencia y velocidades de operaciones

Herramienta	Eficiencia	Velocidad Km/h.
Rastra de discos	70 - 90	5 - 10
Rastras de estrellas	80 - 90	8 - 15
Rastras de dientes	80 - 90	5 - 12
Rastra de clavos	85 - 90	5 - 12
Fresadoras	70 - 80	4 - 8
Rodillos	85 - 90	7 - 12
Cultivadores	70 - 80	2 - 5

La máxima eficiencia se obtiene en campos largos con el menor número de virajes, y con el suelo sin obstáculos.

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Capacidad efectiva}}{\text{Capacidad teórica}} \times 100$$

Cual es la capacidad teórica y efectiva de un tractor trabajando con una rastra de 3 m de ancho a una velocidad de 7 km/h con una eficiencia del 80% .

$$CT = \frac{7 \times 3}{10} = 2{,}1 \text{ h.}$$

$$CE = CT \frac{Eficiencia}{100}$$

$$CE = 2{,}1 \times \frac{80}{100} = 1{,}68 \text{ ha.}$$

80

Requisitos de potencia.

Cuando se trabaja con herramientas de labranza, es muy importante que la combinación tractor-apero esté de acuerdo con la capacidad de tracción de tractor. Potencia es el trabajo realizado en una unidad de tiempo. En un tractor es a la velocidad a la que se ejecuta un trabajo, o su capacidad de arrastre; por lo tanto es una combinación de velocidad y torque entre las ruedas y el eje cigueñal del motor y las ruedas.

$$HP \frac{F \times D}{4.500}$$

Que ancho podrá tener una cultivadora que tiene una resistencia de trabajo de 630 kilos por metro si se desea pasar con un tractor de una potencia de 85 HP a una velocidad de 4 km/h en un suelo de mediana condición.

$$TM \frac{HP \times 4.500}{V}$$

Donde:

TM = Tracción máxima

HP = Potencia disponible

V = Velocidad (m/ mn)

$$TM = \frac{(85 \times 0{,}56) \times 4.500}{66} = 3.245\ Kg$$

$$Ancho = \frac{Tracción}{Tracción/m} = \frac{3.245}{630} = 5{,}10\ m$$

BIBLIOGRAFÍA DE CONSULTA

1. Badel, L. Ignacio. 1968. Mejore la estructura del suelo. Revista La Hacienda. Nov. 1968
2. Barañao, Teófilo.,y Chiesa, Carlos. 1982. Maquinaria agrícola. Editorial Hemiferio Sur. Buenos Aires. Argentina.
3. Berlijn, J. D. 1963. Maquinaria de preparación de Tierras. Editorial de la Universidad Agraria La Molina. Lima. Perú.
4.-1985. Preparación de tierras agrícolas. Editorial Trillas. México.
5. -1985. Labranza secundaria. Editorial Trillas. México.
6. -1985. Maquinaria para el manejo de los cultivos. Editorial Trillas. México.
7. Bucknghan, Frank. 1976. Cultivo. Publicación FMO. John Deere. Moline, Illinois. U.S.A.
8. Candelon, Philippe. 1971. Las máquinas agrícolas. Editorial Mundi-Prensa. Buenos Aires. Argentina.
9. Dubleinne, Eugene. 1971. Travail du sul. Techiques agricoles. Paris Francia.
10. Gi11,W.R. 1967. Soil Dynamic in Tillage and Traction. U.S.D.A. Agr. Handbook 316.
11. Marques, D. Luis. 1983. Labranza del suelo. In. Revista Agricultura. Editorial Agricola Española. Año LII NÂ° 613.
12.Ortíz-Cavañate, J.,Ruiz, M.,Hernanz, J.L. 1987. Las máquinas agrícolas y su aplicación. Editorial Mundi-Prensa. España.
13.Ortíz-Cavañate,J.; Hernanz, J,L. 1989. Técnica de las mecanización agrícola. Editorial Mundi-Prensa. España.